welche die Platte enthält, bei Verwendung der nicht achromatischen Objective gegen die Camera-Achse geneigt sein. Die Einstellung mit dem Compound-Prisma ist wesentlich einfacher, als mit mehreren einzelnen Prismen. Stellt man nämlich (nach V. Schumann's Vorgang) die brechbarste Linie des zu photographirenden Spectralbezirkes ins Minimum der Ablenkung ein, so erhält man bei sonst guter Adjustirung den ganzen Bezirk bis ins weniger brechbare Ende befriedigend scharf. In unserem Falle stellten wir die Bleilinie $\lambda = 3683$ ins Minimum der Ablenkung ein. Diese Operation ist nur dann möglich, wenn man das Prisma präcise von Grad zu Grad drehen kann und anderseits die Cassetten gestatten, durch Verschiebung eine grössere Anzahl Aufnahmen übereinander auf dieselbe Platte zu machen. Ist dies der Fall, so kann man für jede beliebige Linie das Minimum der Ablenkung finden (s. Tafel Fig. 5), indem sich der Punkt (Drehung des Prismas) sehr genau bestimmen lässt, wo die Spectrallinien sich dem Minimum der Ablenkung nähern und dann wieder davon entfernen. Die Dispersion des Apparates geht aus den beigegebenen Photogrammen des Sonnenspectrums hervor (s. die Heliogravuretafel Fig. 1—4). Nr. 1 zeigt die Photographie auf einer gewöhnlichen Platte, Nr. 2 auf einer mit Acridingelb für Blaugrün bei Grün sensibilisirten Platte, auf welcher man das Spectrum scharf bis *e* photographiren kann, so dass sich ein geschlossenes Band ergibt,[1] was sehr erwünscht ist, weil es sich über jenen Bezirk erstreckt, bei welchem mit Eosin-, Erythrosin-, Cyanin-, Azalin-Platten Minimas der photographischen Wirkung auftreten. Für die grünen und gelben Strahlen erwies sich Erythrosin (Tetrajodfluoresceïnkalium) am besten, welches bezüglich der Gesammtempfindlichkeit und relativen Grün- und Gelbempfindlichkeit der damit sensibilisirten Platten obenansteht[2] und stets als Ersatz für gewöhnliche Platten empfohlen werden soll, wenn es sich um das Studium von lichtschwachen Spectren im sichtbaren Theile handelt. Rose bengal (Tetrajodtetrachlor-Fluoresceïnkalium) sensibilisirt erheblich weiter gegen Orange ($D\,^1/_3\,C$ bis $D\,^1/_2\,C$) (s. Tafel), drückt aber die Gesammtempfindlichkeit mehr als Erythrosin. Der beste Sensibilisator für Orange bis *C* ist noch immer Cyanin, welches leider die Gesammtempfindlichkeit der Platten stark herabdrückt und bei welchem die Platte die Linien weniger scharf wiedergibt, als dies bei Verwendung von Erythrosinplatten der Fall ist. Mittelst dieser Arbeitsmodalitäten gelingt es, die Wellenlängen im Blau, Violett und Ultraviolett bis auf 0·1—0·2 Angström'sche Einheiten genau zu bestimmen[3] und namentlich im Indigo und Violett ist die Auflösung eine so gute, dass sich fast alle Eisendoppellinien, welche Kayser und Runge mittelst Gitter photographirten, deutlich als Doppellinien erkennen lassen, wobei dieselben so scharf sind, dass sie beim Ausmessen eine namhafte Vergrösserung vertragen. Gute Kriterien für die auflösende Kraft eines Spectrographen sind z. B. die Eisendoppellinien $\lambda = 4171{\cdot}9$ und $4171{\cdot}3$, $4188{\cdot}0$ und $4187{\cdot}2$, $4841{\cdot}2$ und $4840{\cdot}6$ u. s. w.; mittelst solcher Spectrographen ist es möglich, Bandenspectren, welche aus hunderten von feinen, dicht nebeneinander gelagerten Linien bestehen, in befriedigender Weise aufzulösen. Dies zeigt die beigegebene Tabelle über das Quecksilber-Bandenspectrum, welches wir mit dem beschriebenen Glasspectrographen bis $\lambda = 3660$ photographirten. Für Strahlen von kürzerer Wellenlänge verwendeten wir stets den Quarzspectrographen.

[1] Die sensibilirende Wirkung des Acridingelb wurde zuerst von uns erkannt (s. Eder und Valenta, Neue Sensibilisatoren für Bromsilbergelatine. Phot. Correspond. 1894, S. 227).

[2] Zuerst empfohlen von J. M. Eder. — Vorzügliche Trockenplatten dieser Art erzeugt die Firma Dr. Schleussner in Frankfurt a. Main.

[3] In Grün und Gelb dürfte die erreichbare Genauigkeit bei Anwendung des beschriebenen Glasspectrographen kaum 0·5° A. E. übersteigen.

ÜBER

DIE VERSCHIEDENEN SPECTREN DES QUECKSILBERS

VON

J. M. EDER UND E. VALENTA.

AUS DEM PHOTOCHEMISCHEN LABARATORIUM DER K. K. LEHR- UND VERSUCHSANSTALT FÜR PHOTOGRAPHIE UND REPRODUCTIONSVERFAHREN IN WIEN.

(Mit 1 heliographischen Tafel und 3 Textfiguren.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 5. JULI 1894.

Das Spectrum des Quecksilbers war in seinen verschiedenen Erscheinungsformen als Bogen-, Funken- und Flammenspectrum seit Kirchhoff öfters von Spectroskopikern untersucht worden, ohne dass eine wünschenswerthe Übereinstimmung in den Angaben der Letzteren erzielt worden wäre. Namentlich die wichtige Rolle, welche das Quecksilberspectrum in Geissler'schen Röhren mitunter als unwillkommene Nebenerscheinung spielt, ist nicht genügend sicher gestellt, so dass wir bei Versuchen, das Quecksilberspectrum an der Hand der bisher vorliegenden Publicationen[1] in anderen Spectren zu identificiren, respective aus denselben zu eliminiren, auf unüberwindliche Hindernisse stiessen.

Wir griffen deshalb das Studium dieses Spectrums neuerdings auf und wollen, um die Ergebnisse desselben übersichtlich darzustellen, zunächst auf die vor uns gemachten Untersuchungen über das Quecksilberspectrum in Kürze eingehen.

Das Bogenspectrum des Quecksilbers ist von Kayser und Runge erschöpfend untersucht worden,[2] welche dasselbe bis zur Wellenlänge 610 μμ photographirten; sie fanden zahlreiche Triplets, welche sie in Haupt- und Nebenserien einreihten. Das Funkenspectrum des Quecksilbers wurde von den genannten Forschern nicht untersucht, wohl aber bemerkten dieselben, dass sie eine grosse Anzahl der von Thalén und von Hartley und Adeney gemessenen Linien nicht, dafür aber eine Anzahl neuer Linien im Bogenspectrum fanden. Die Resultate der Untersuchungen von Kayser und Runge nahmen wir in die weiter unten folgenden Tabellen auf.

Das Funkenspectrum des Quecksilbers wurde von Huggins[3] und Thalén[4] im sichtbaren Theile, von Hartley und Adeney[5] im ultravioletten Theile mittelst des Quarzspectrographen untersucht. Der

[1] Vergl. Watts' »Index of Spectra«; ferner Kayser und Runge; »Die Spectren der Elemente« und die weiter unten citirten Literaturangaben.

[2] Kayser und Runge, Die Spectren der Elemente. 4. Abschnitt, 1891. Abhandl. der königl. preuss. Akad. d. Wiss. vom Jahre 1891.

[3] Phil. Transact. 1864, S. 139.

[4] Thalén, Nova Acta Soc. Ups. (III.) Bd. 6, 1868. — Siehe auch Watts, Index of Spectra, 1889, S. 105.

[5] Phil. Transact. 1884, S. 175; Watts, Index a. a. O.

Quecksilberfunke wurde dadurch erhalten, dass der Funke zwischen mit Quecksilber gefüllten Glascapillarröhren überschlug. Das Quecksilberspectrum im Geissler'schen Röhre bei vermindertem Druck wurde von H. W. Vogel zuerst einer Untersuchung im violetten Theile und im Beginne des Ultraviolett unterzogen,[1] wobei, da Glasprismen zur Verwendung gelangten, die Linien nur von $\lambda = 3650$ aufwärts in die Erscheinung traten.

Bereits E. Wiedemann beobachtete die Erscheinung, dass Geissler'sche Röhren, welche neben Wasserstoff oder Stickstoff etwas Quecksilber enthalten, beim Durchschlagen des Funkens und hinlänglicher Verdünnung, wenn sie erwärmt werden, das Hg-Spectrum zeigen, welch' letzteres derartig vorherrschend werden kann, dass es allein sichtbar ist, während das H- oder N-Spectrum verschwindet.[2]

H. W. Vogel[3] untersuchte das Spectrum des Quecksilbers bei geringem Druck und mässigem Funken, das heisst unter den Bedingungen, wie sie bei den photographischen Aufnahmen der Spectralerscheinungen in Geissler'schen Röhren auftreten. Er benützte dazu eine mit Stickstoff gefüllte Geisslerröhre, die einige Tropfen Quecksilber enthielt. Es zeigten sich bei entprechender Verdünnung die N-Linien neben den Hg-Linien deutlich. H. W. Vogel verglich nun 1. das Spectrum des zwischen Hg-Polen bei gewöhnlichem Luftdrucke überspringenden Flaschenfunkens; 2. das Spectrum der quecksilberhaltigen Stickstoffröhre bei gewöhnlicher Temperatur und 3. das Spectrum derselben Röhre im erhitzten Zustande, wobei das Quecksilberspectrum allein hervortrat.

Beim Flaschenfunken der Quecksilberelektroden an der Luft traten im Indigo, Violett und in dem kurzen Stücke Ultraviolett, welches der Glasspectrograph zur Geltung kommen lässt, dieselben Hauptlinien wie im Geissler'schen Rohre auf, jedoch »fehlte die starke Quecksilberlinie $\lambda = 3983$ im Röhrenspectrum gänzlich«, dagegen traten schwache Linien ($\lambda = 4216, 4172, 4108, 4008, 3910, 3888$ bis 3860)[4] und Banden auf, welche im Flaschenfunken fehlten. Vogel bemerkt, es sei auffallend, dass durch Verdünnung respective Temperaturniedrigung gerade eine der hellsten (»oder um mit Lockyer zu sprechen, der längsten«) Linien $\lambda = 3983$ verschwindet, während viel schwächere Gruppen (zum Beispiel 4046 bis 4077) sichtbar bleiben.[5] Ferner sind die Linien des verdünnten Gases schärfer als jene des dichten.

G. Ciamician arbeitete mit reinen quecksilberhaltigen Vacuumröhren, aus welchen fremde Gase durch Auskochen mittels Quecksilber vorher entfernt wurden.[6] Er beobachtete im durchschlagenden Funken beim gelinden Erwärmen der Röhre im Spectrum eine orangerothe, zwei gelbe, eine gelbgrüne und je eine blaue und violette Linie, deren Wellenlänge er nicht angibt (höchst wahrscheinlich sind dies die Linien $\lambda = 6152{\cdot}3, 5790{\cdot}5, 5769{\cdot}5, 5461{\cdot}0, 4358{\cdot}6, 4046{\cdot}8$ unserer im weiteren mitgetheilten Quecksilberlinientabelle, Anm. der Verf.); Ciamician bemerkt, dass die Linien, insbesondere die grünen, blauen und violetten sich beim Erhitzen des Quecksilberrohres bis zum Erhitzen des Quecksilbers bis zu dessen Siedepunkt zu Folge der Druckerhöhung im Rohre bis zu einer Atmosphäre stark verbreitern. Eine weitere Charakteristik des Quecksilberspectrums findet sich bei Ciamician nicht.

Eigene Versuche.

Die Kenntniss der in Geissler'schen Röhren auftretenden Hg-Linien erschien uns im Verlaufe unserer Arbeiten mit solchen Röhren sehr erwünscht und ist von besonderer Wichtigkeit schon aus dem Grunde,

1 Berichte der königl. preuss. Akad. d. Wiss. 1879, S. 595.

2 Wiedemann's Annal. Bd. V, S. 500.

3 Ibid.

4 Wir halten die Linie 4172, welche H. W. Vogel als schwache Quecksilberlinie im Geisslerrohre anführt, für keine Quecksilberlinie, da wir sie in reinen Quecksilberröhren niemals beobachteten; 4108 könnte wohl dem Hg-Linienspectrum angehören, ist aber nur in erhitzten Röhren mit Flaschenfunken erhältlich; die Linie 4008 ist vielleicht eine Componente des Quecksilberbandenspectrums, ebenso 3910; die Linien 3888—3860 sind sicher keine Quecksilberlinien, was unter dem Abschnitte »Bandenspectrum des Quecksilbers« von uns näher erörtert werden wird. (Anm. von Eder und Valenta.)

5 Hierzu bemerken wir, dass wir das Verschwinden der Linie $\lambda = 3984$ im Geisslerrohre und bei hoher Verdünnung gleichfalls constatirten, jedoch nur, wenn der Funken ohne Flaschen verwendet wurde. (S. unsere Tabelle.) — E. u. V.

6 Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. 1878, Bd. LXXVIII, S. 886.

weil das Quecksilberspectrum ein nie fehlender Begleiter der Spectren verdünnter Gase ist,[1] wenn die Röhren in der gebräuchlichen Weise mittelst der Quecksilberluftpumpe evacuirt worden sind.[2] Sind daher die im Vacuum möglicherweise auftretenden Quecksilberspectren nicht genau bekannt, so sind irrthümliche Linienbestimmungen oder Verwechslungen beim Arbeiten mit verdünnten Gasen in Geisslerröhren schwer zu vermeiden.

Auch Metalle, welche im Vacuum destillirt werden,[3] zeigen öfter Spuren von Quecksilber, wie wir gelegentlich unserer Untersuchungen über das Spectrum von Kalium und Natrium gezeigt haben; es tritt daher oft an den Spectroskopiker die Frage heran, welche Linien des Quecksilberspectrums wohl als Nebenerscheinungen zu berücksichtigen sind.

Ein Vorversuch, welchen wir mittels evacuirten Quecksilberröhren machten, zeigte uns die Unmöglichkeit, sich an der Hand der vorhandenen Angaben zu orientiren, denn es trat von dem Hg-Haupttriplet, welches Hartley und Adeney zu Anfang des Ultraviolett führen ($\lambda = 3662, 3654, 3632$) die stärkste Quecksilberlinie ($\lambda = 3632$) nicht auf, dagegen eine intensive Hauptlinie bei $\lambda = 3650$, welche bisher nur von Kayser und Runge im Bogenspectrum beobachtet worden war. Es war somit unentschieden, ob das Bogen- oder Funkenspectrum für das Vacuumspectrum mehr Giltigkeit habe oder ob bei Hartley und Adeney's (sonst sehr verlässlichen) Angaben ein Irrthum unterlaufen sei, wie es sich allerdings schliesslich herausstellte. Eine Vergleichung der bis jetzt vorliegenden Quecksilberlinien unter verschiedenen Druckverhältnissen zeigte uns, dass die Versuche der genannten Spectroskopiker unter zu ungleichartigen Verhältnissen angestellt worden sind, um directe vergleichbar zu sein und weitere Schlussfolgerungen daran knüpfen zu können.

Über die Existenz von verschiedenen Quecksilberspectren: Linien- und Bandenspectrum.

Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf das Verhalten des Quecksilberspectrums bei verschiedenen Temperaturen und Druckverhältnissen; wir haben das Funken-, Bogenspectrum, sowie das Spectrum des Quecksilbers in Vacuumröhren in dieselben einbezogen. Hiebei erweiterten wir die Kenntnis des Linienspectrums, welches bisher augenscheinlich nur im unvollkommen entwickelten Zustande beobachtet worden war und entdeckten ein neues Bandenspectrum des Quecksilbers, welches letztere um so interessanter ist, als dadurch der Nachweis erbracht wurde, dass der Quecksilberdampf der Analogie mit anderen Gasspectren folgt, wie z. B. demjenigen des Wasserstoffes, des Stickstoffes etc., bei denen ja gleichfalls ein Linien- und ein Bandenspectrum beobachtet wurde.

Das Linienspectrum des Quecksilbers tritt in verschiedenen Stadien der Vollständigkeit im Bogenlicht, im Funken zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck, in Vacuumröhren bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Einflusse des Inductionsfunkens mit und ohne Flaschen, sowie im Quecksilberdampf von 3 bis über 1000 *mm* Druck (bei 100 bis über 400° C.) im Flaschenfunken auf. Das Bandenspectrum dagegen erscheint nur unter ganz bestimmten Bedingungen vollkommen ausgebildet, nämlich, wenn man den Funken einer kräftigen Inductionsrolle (ohne Flaschen) durch Vacuumröhren schlagen lässt, in denen sich ein Tropfen Quecksilbers befindet und welche während des Versuches einseitig erhitzt werden, so dass das Quecksilber abdestillirt. Die Dämpfe entweichen durch die Capillare in

1 Z. B. zeigen Wasserstoffröhren, welche mittelst einer Quecksilberluftpumpe mit Wasserstoff bei einigen Millimetern Druck gefüllt worden sind, manchmal im ultravioletten Theile des Spectrums ziemlich viele Linien im Inductionsfunken, welche aber nichts anderes als Quecksilberlinien sind.

2 Sehr lange Glasröhren, welche man eventuell abkühlt, verhindern nicht das Übertreten von Spuren Quecksilbers in die evacuirten Geisslerröhren. Schwefelstückchen, welche Hg binden sollen, und darauf folgende Kupferstreifen, wie selbe öfters empfohlen wurden, sind unsichere Hilfsmittel, weil nach V. Schumann sich SO_2-Spuren bilden können. Goldplättchen selbst sind als Absorptionsmittel für Hg nicht völlig wirksam; am besten eignet sich nach V. Schumann Platinmohr, welcher vorher gut ausgeglüht wurde.

3 Siehe Eder und Valenta, Spectrum von Kalium, Natrium und Cadmium bei verschiedenen Temperaturen. 1894. (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien.)

den anderen weiteren Theil der Röhren, wo Condensation stattfindet und dadurch ein fortwährendes Steigen des Druckes in den Röhren verhindert wird. Wir wollen diese beiden Hauptspectren einzeln genauer beschreiben.

I. Linienspectrum des Quecksilbers.

Das Linienspectrum des Quecksilbers tritt in abweichenden Formen der Entwicklung sowohl im Bogen- und Funken, als auch in Vacuumröhren auf.

1. Das Bogenspectrum

entsteht, wenn Quecksilber im elektrischen Flammenbogen verflüchtigt wird; wir behielten die von Kayser und Runge ermittelten Wellenlängen der Linien dieses Spectrums bei, mit Ausnahme einiger weniger Linien, bei denen wir unsere Messungen, der grösseren Schärfe einiger von uns erhaltenen Spectren halber, für entschieden genauer halten. Es ergibt sich (siehe Tabelle), dass im Bogenspectrum die Umkehrung zahlreicher Linien viel leichter erfolgt, als im Funken- oder Geisslerrohrspectrum, was auf die im Flammenbogen auftretenden grossen Dampfmengen zurückzuführen ist.

Es finden sich viele unscharfe verbreiterte Linien, was jedoch auch beim Funkenspectrum vorkommt, wenn es beim Durchschlagen des Inductionsfunkens durch Hg-Dampfe von hohem Drucke entsteht.

2. Das Funkenspectrum des Quecksilbers

lässt sich am besten erhalten, wenn man zwei Uförmig gebogene Glasröhren von 2—4 *mm* Durchmesser mit reinem Quecksilber füllt, in den einen Schenkel je eine Electrode leitet und von den Enden der anderen Schenkel den Funken horizontal überspringen lässt. Die mehrfach von Hartley und Adeney empfohlene Methode: das Quecksilber durch Glascapillarröhren nach abwärts tropfen und zugleich den Funken durchschlagen zu lassen, ist schwer ausführbar, sobald man mit starken Flaschenfunken arbeitet; derselbe verdampft die Quecksilbercapillarfäden und zertrümmert leicht die Capillarröhren, so dass die Arbeit unmöglich wird. Weitere mit Quecksilber gefüllte Röhren, wie wir selbe beschrieben haben, geben mit einem Strome (Gleichstrom) von 4—5 Ampère und 110 Volt Spannung in der Primärwickelung unseres Inductoriums[1] Flaschenfunken (1 Leydnerflasche), mit welchen gute photographirbare Spectren erhalten werden.

Auch unter Verwendung von Metallamalgamen lassen sich gut definirte Quecksilberspectren erzielen, wir zogen es jedoch vor, mit reinem Quecksilber zu arbeiten.

Auf die Reinheit des Quecksilbers verwendeten wir grosse Sorgfalt und destillirten »chemisch reines« Quecksilber, wie es im Handel erhältlich ist, mehrmals im Vacuum, wobei jedes Aufwallen des Quecksilbers im Destillationsapparate, welches ein Mitreissen von flüssigen Quecksilber ins Destillat zur Folge haben könnte, sorgfälltig vermieden wurde.

Im Funkenspectrum zeigen sich wesentlich mehr Linien als im Bogenspectrum,[2] was der weitaus höheren Temperatur des Funkens gegenüber jener, welche im Bogen herrscht, zuzuschreiben ist. Eine wesentliche Änderung des Charakters bei derlei Spectren ist nicht zu bemerken, indem durchschnittlich dieselben Hauptlinien beiderseits vorkommen und auffallende Schwankungen in den Intensitätsverhältnissen der Linien nur in beschränktem Maasse auftreten (Analogie mit Kalium und Natrium — Gegensatz zu Cadmium und Zink). Viele Linien, deren Existenz bisher im Funkenspectrum nicht bekannt war, welche aber Kayser und Runge im Bogenspectrum neu aufgefunden hatten constatirten wir auch im Funkenspectrum. Bei Atmosphärendruck sind zahlreiche verbreiterte Linien und Triplets charakteristisch, welche oft derartig verbreitert und von Lichthöfen umgeben sind, dass sie in breite schwer auflösbare Banden zusammenfliessen; dies gilt besonders von den Triplets $\lambda = 4358$, 4347, 4339, dann 3663, 3654, 3650 und

[1] Siehe a. a. O.

[2] Wir haben im Funkenspectrum des Quecksilbers beiläufig 170 Linien gemessen, gegenüber beiläufig 90 im Bogenspectrum nachgewiesenen Quecksilberlinien.

2655, 2653, 2652 ferners von den Linien 3131, 3125, 3021, 2536 (siehe Tabelle) und anderen Linien, welche im Geisslerrohr klar und scharf definirt werden. Diese Erscheinung hängt offenbar mit dem herrschenden Gasdruck zusammen, bei dessen Steigerung das Quecksilberspectrum schon sehr auffallende Verbreiterung zeigt.

Es ist bemerkenswerth, dass im Linienspectrum eines quecksilberhältigen Vacuumrohres in der That starke Hauptlinien des Bogen- und Funkenspectrums fehlen, z. B. die Linien $\lambda = 3984 \cdot 1$, $3790 \cdot 4$, $3751 \cdot 8$, $3680 \cdot 7$, jedoch treten diese Linien sofort wieder kräftig hervor, wenn man den Inductionsfunken durch Einschalten von starken Leydenerflaschen verstärkt. H. W. Vogel führt im Funkenspectrum des Quecksilbers (Flaschenfunken) eine Anzahl von Linien als Hg-Linien an, welche wie er selbst bemerkt, mit Angström'schen Luftlinien coincidiren, die er aber dennoch als Quecksilberlinien betrachtet. Wir photographirten das Quecksilberspectrum bei Luftzutritt und daneben das Cd, Zn, Pb, Fe-Spectrum ebenfalls bei Luftzutritt und waren so in der Lage, die völlige Coincidenz einer Reihe derartiger Linien, sowie eine Identität im Charakter desselben mit Luftlinien festzustellen und mussten daher eine grosse Anzahl der erwähnten Linien für wahre Luftlinien erklären. Dem zu Folge mussten wir folgende Vogel'sche Quecksilberlinien des Funkenspectrums an der Luft aus den Reihen der wahren Quecksilberlinien streichen: $\lambda = 4650$, 4642 4631, 4620, 4613, 4607, 4601, 4590, 4447, 4425, 4415, 4320, 4216, 4197, 4195, 4188, 4150, 4143, 4131, 4118, 4110, 4104, 4095, 4070, 4060, 3995, 3975, 3967, 3932, 3919 (vergl. auch unsere Anmerkung oben).

Im Hartley'- und Adeney'schen Spectrum des Quecksilbers fanden wir keine fremden Linien auf. In wie weit die von uns ermittelten Zahlen mit jenen übereinstimmen, geht aus der Tabelle unmittelbar hervor.

3. Linienspectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren.

Enthält ein Geisslerrohr nur Spuren von Quecksilber nebst irgend einem Gase (H, N oder CO etc.) von einigen Millimetern Druck, so tritt neben dem Gasspectrum noch das Quecksilberlinienspectrum auf und zwar meist in den Hauptlinien. Verdünnt man das Gas stark im Rohre, so kann unter Umständen das Quecksilberspectrum dominiren (s. o.) besonders, wenn man das Rohr erwärmt und Flaschenfunken durchschlagen lässt, z. B. zeigen stark evacuirte mit Wasserstoff gefüllte Röhren im Ultraviolett nur das Quecksilberlinienspectrum, wenn auch nur Spuren von Quecksilber vorhanden sind; solche können durch das Verbindungsrohr von der Quecksilberluftpumpe leicht in das Geisslerrohr gelangen. Derartige Spectren sind die linienärmsten der in Vacuumröhren (in der Capillare) zu beobachtenden Quecksilberspectren, insbesondere linienarm wird dasselbe in weiten Geisslerröhren[1]; die Linien sind vollkommen scharf und alle ultravioletten Triplets prächtig scharf aufgelöst; sehr hübsch lässt sich dieses linienärmste Quecksilberspectrum erhalten, wenn man die Röhre, welche einen Tropfen Quecksilber enthält, vollkommen evacuirt und dann zur Beseitigung fremder Gase das Quecksilber zum Theile aus dem Rohre destillirt,[2] das Rohr sodann abschmilzt und nun bei gelinder Temperatur den Funken eines kräftigen Inductoriums (ohne Flaschen) hindurchschlagen lässt.

Dieser Versuch lässt sich auch in Röhren, welche mit eingeriebenen Quarzpfropfen oder aufgekitteten Quarzplatten verschlossen sind, durchführen und hiebei das ultraviolette Spectrum photographiren und ausmessen. Es sind im sichtbaren Theile wenig Linien vorhanden, dagegen treten im Ultraviolett viel mehr Linien auf (siehe unsere Tabelle).

Die Resultate unserer Untersuchungen zeigen, dass das Quecksilberspectrum im Geisslerrohre, bei Anwendung eines kräftigen Inductoriums ohne Leydenerflaschen, viele Linien besitzt, welche auch im Bogen- und Funkenspectrum als Hauptlinien auftreten, nur sind diese Linien alle viel schärfer und besser definirt, wenn Geisslerröhren unter obigen Umständen zur Verwendung kommen. Insbesonders einige Triplets treten scharf hervor.

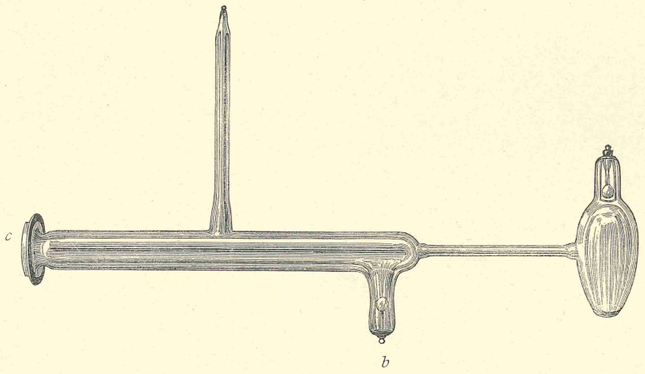
[1] Man beobachtet in weiten Geissler'schen Röhren im sichtbaren Theile bei geringem Gasdruck (Inductionsfunke) häufig nur drei Quecksilberlinien, nämlich die gelbe Linie $\lambda = 5769$, die gelbgrüne $\lambda = 5461$ und die blaue $\lambda = 4358$.

[2] Dies geschieht am besten in der Weise, dass man das Rohr in ein geeignetes Luftbad einlagert.

Im Allgemeinen zeigt das Quecksilberspectrum im Geisslerrohre unter den geschilderten Bedingungen weniger Linien als im Bogen- und Funkenspectrum auftreten, indem mehrere schwache Linien, welche den letztgenannten Spectren angehören, fehlen. Während sich der Charakter und die Zahl der Linien des Quecksilberspectrums im Geisslerrohre ohne Flaschen nur sehr wenig ändern, wenn die Temperatur des Rohres und damit der in demselben herrschende Druck gleichmässig gesteigert wird[1] (was wir durch Erwärmen der Rohre in einem geeigneten Luftbad bis 400° C und darüber durchführten), verhält sich die Sache anders, wenn man den Funken durch Einschalten von Leydenerflaschen verstärkt.

Das Auftreten der Hauptlinien im Vergleiche mit Bogen- nnd Funkenspectrum erleidet zwar keine Veränderung, wohl aber ist ein reichlicher Linienzuwachs zu constatiren, wobei dann das Spectrum der Capillare erhitzter quecksilberhältiger Geisslerrohre linienreicher als das Bogen- und Funkenspectrum des Quecksilbers ist; welch letzteres wiederum mehr als das Bogenspectrum aufweist. Während durch Anwendung von starken Inductorien mit eingeschalteten Leydenerflaschen und Gleich- oder Wechselstrom in der Capillare der Geisslerrohre ein linienreiches Spectrum auftritt, zeigt sich unter diesen Umständen im weiten Theile der Röhren häufig das linienärmste Spectrum, mitunter ist demselben (wenn man wenig oder kleine Leydenerflaschen eingeschaltet hatte) auch das Bandenspectrum fragmentarisch beigemengt. In allen den geschilderten Fällen wächst die Linienzahl mit der Temperaturerhöhung in der Capillare und daher bis zu einem gewissen Grade mit der Vermehrung der Leydenerflaschen. Die Versuche in gleichmässig erhitzten Röhren, bei denen wir die Temperatur des Luftbades auf ca. 600° C steigerten, konnten nur in zugeschmolzenen Glasröhren durchgeführt werden, da die Röhren mit eingeschlossenen Quarzpfropfen oder aufgekitteten Quarzplatten, wie wir selbe zur Untersuchung des ultravioletten Theiles des Spectrums benützten, dem starken Erhitzen nicht Stand halten.[2]

Fig. 1.



Vacuumröhre mit Destillationseinrichtung.

Wir haben deshalb die Erscheinungen, welche in solchen Röhren auftreten, nur in soweit verfolgen können, als es die Glasabsorption gestattet.

Bei diesen Versuchen ist eine bedeutende Steigerung der Helligkeit im Geisslerrohre zu beobachten, worauf bereits Dr. Natterer aufmerksam machte. Besonders, wenn das Rohr nicht gleichmässig erhitzt wird, tritt eine enorme Steigerung der Helligkeit ein und nicht nur die Capillare selbst erstrahlt im blendend weissen Lichte, sondern auch der weitere Theil des Rohres erscheint mitunter von leuchtenden weisslichen Flammenbändern durchzogen. Betrachtet man diese Erscheinung mit einem Taschenspectroskope, so wird man ein, namentlich im gelbgrünen und grünblauen Theile linienreiches und kaum auflösbares Spectrum erkennen.

---

[1] Über die Tension des Quecksilberdampfes bei verschiedenen Temperaturen vergl. insbesondere: W. A. Kahlbaum, Spannkraft-Messungen. Basel 1894 (Seite 65); ferner Landolt und Börnstein, Chemisch-phys. Tabellen. II. Aufl. (Seite 67). — Die Tension des Quecksilberdampfes bei 10° C. ist gleich 0·0005 *mm*, bei 50° C = 0·013 *mm*, bei 100° C. = 0·285 *mm* (Hertz), bei 121° C. = 1 *mm*, bei 149° C. = 3 *mm*, bei 162·5° C. = 5 *mm*, bei 182·7° C. = 10 *mm*, bei 194·6° C. = 15 *mm*, bei 203·4° C. = 20 *mm*, bei 220·4° C. = 35 *mm* (Kahlbaum), bei 400° C. = 1588 *mm*, bei 500° C. = 6520 *mm* (Regnault).

[2] Vacuumröhren, welche mit Gasen, z. B. H, unter sehr geringem Drucke (einige Millimeter) gefüllt sind und überdies etwas Quecksilber enthalten, lassen den Flaschenfunken durch. Das Quecksilberspectrum, das in solchen Röhren auftritt, ist dann dasjenige der Geisslerrohrspectren in reinen Quecksilbervacuumröhren, welchen sich aber mehrfach Linien des Funkenspectrums (s. Tabelle, Rubrik III) beimengen.

Wie uns zahlreiche Versuche zeigten, tritt dieses Spectrum am deutlichsten und besten ausgebildet stets dann hervor, wenn der Funke eines kräftigen, mit einer Anzahl von grossen Leydenerflaschen verstärkten Inductoriums durch die Capillare eines Geisslerrohres schlägt, durch welche Quecksilber bei geringem Drucke destillirt.

Diese Beobachtung führte uns dazu, Geisslerrohre von der in obenstehender Figur (Fig. 1) abgebildeten Form zu verwenden.

In *a* befindet sich eine retortenartige Erweiterung, welche einige Tropfen Quecksilber enthält, daran schliesst sich die ziemlich enge Capillarröhre, an welche sich die lange und entsprechend weite Röhre mit der Elektrode *b* anschliesst, deren Ende *c* mit einer aufgekitteten planparallelen Quarzplatte[2] verschlossen ist. Erhitzt man nun das vollkommen evacuirte Rohr unter *a*, so verflüchtigt sich das Quecksilber und destillirt durch die Capillare nach dem weiten Rohre, in welches die vollkommene Condensation der Dämpfe erfolgt. Es herrscht also in dem Rohre fast kein Druck. Lässt man nun einen kräftigen Flaschenfunken durchschlagen und erhitzt die Capillare, so erstrahlt dieselbe in glänzend weissem Lichte und man erhält ein Spectrum, welches aus ungemein zahlreichen scharfen Linien besteht (siehe die Tafel, Fig 8). Die oben beschriebene Einrichtung des mittels Quarzplatte verschlossenen Geisslerrohres gestattete uns, dieses Spectrum sowohl im sichtbaren als im ultravioletten Theile zu photographiren. Wir haben diese Spectren ausgemessen und die Resultate dieser Messungen in die beifolgende Tabelle (Rubrik V) aufgenommen. Dasselbe enthält alle Haupt- und Nebenlinien des Funken- und Bogenspectrums scharf und deutlich ausgebildet, dazwischen tritt aber eine Reihe von kräftigen Linien auf, welche sonst in diesen letzteren Quecksilberspectren nicht zu constatiren sind (vergl. die Tabelle).

Im weiten Theile des Rohres tritt unter diesen Umständen und wenn sich die Elektrode knapp hinter der Capillare befindet, nur das einfache Linienspectrum auf, dagegen kommt das Bandenspectrum dort zum Vorschein, wo die Elektrode etwas weiter von der Capillare entfernt ist.

Die Erscheinung des linienreichen vollkommenen Linienspectrums in der Capillare ist an die Verwendung von sehr grossen oder vielen kleinen Leydenerflaschen gebunden. Schaltet man diese gänzlich aus, so tritt in die Capillare sofort das Bandenspectrum (siehe S. 3) auf, während bei nur theilweisem Ausschalten der Flaschen das Linienspectrum, mit Resten des Bandenspectrums vermengt, in der Capillare auftritt.

Unseren Versuchen zu Folge entsteht also das vollkommenste linienreichste »Linienspectrum« des Quecksilbers bei den höchsten bisher verwendeten Temperaturen und kleinstem Drucke in Geisslerröhren, wenn ein kräftiger Flaschenfunke während der Destillation des Quecksilbers durch die Capillare durchschlägt. Das Phänomen tritt am schönsten bei Verwendung eines kräftigen Stromes (Gleichstrom oder Wechselstrom) auf, doch kann es leicht geschehen, dass die Aluminiumelektroden in Folge der hohen Temperatur in's Glühen gerathen, abschmelzen und nicht selten die Röhren an den Stellen, woselbst die Drähte eingeschmolzen sind, weich werden und rasch zu Grunde gehen. Wir haben von diesem linienreichsten Quecksilberspectrum, welches vor uns noch niemals beschrieben worden ist, beiläufig 600 Linien genau ausgemessen und ihre Wellenlänge bestimmt (s. Tabelle); jedoch ist die Zahl der überhaupt vorhandenen derartigen Quecksilberlinien hiemit keineswegs schon erschöpft.

---

[1] Senkrecht zur Axe geschnitten.

Linienspectrum des Quecksilbers

(bezogen auf Rowland's Normalspectrum).

Für die hellsten Linien ist $i = 10$, für die schwächsten $i = 1$ gesetzt.

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren							
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken [1]			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke [2]		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Orange Roth	—	—		6363·5	2		6360 Huggins	—	—		6363·5	1		6363·5	2	
	—	—		6152·3	9		6151·2 Thalén	—	—		6152·3	6		6152·3	9	
	—	—		5889·1	6		5888·1 »	—	—		5889·1	4	durchwegs scharfe Linien	5889·1	8	
											—	—		5880·5	2	
	—	—		5872·1	6		5871·1 »	—	—		5872·1	6		5872·1	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5864·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5854·5	1	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		5840·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5834·0	3	
	5819·1	1	unscharf	5819·1	1			—	—		5819·1	1		5819·1	4	
	5804·3	3	unscharf nach Roth	5804·3	1			—	—		5804·3	1		5804·3	10	
	5790·5	10	umgekehrt	5790·5	10	etwas verbreitert	5789·6 »	5790·5	10	scharf	5790·5	10	verbreitert	5790·5	2	»
								—	—					5781·9	1	
	—	—		—	—											
	5769·5	10	»	5769·5	10	»	5768·1 »	5769·5	10	»	5769·5	10	verbreitert gegen Violett	5769·5	10	
								—	—		—	—		5746·6	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5727·7	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5717·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5713·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5699·0	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5695·7	1	
	—	—		5679·1	8	»	5678·1 »	—	—		5679·1	8	mässig verbreitert	5679·1	10	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		5665·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5662·5	3	
	—	—		—	—			—	—		5637·8	1	mässig verbreitert	5637·8	7	
	—	—		5596·0	1		5595·1 »	—	—		5596·0	6	mässig verbreitert	5596·0	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5587·9	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5576·2	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5571·2	8	
	—	—		—	—			—	—		5553·6	2	mässig verbreitert	5553·6	4	stark verbr.
	—	—		—	—			—	—		5541·0	1	mässig verbreitert	5541·0	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5513·4	3	sehr verbr.
	—	—		—	—			—	—		—	—		5501·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5490·0	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5484·6	4	wahrscheinl. doppelt
	—	—		—	—			—	—		—	—		5476·3	4	
Gelb	5461·0	10	»	5461·0	10	verbreitert	5460·6 »	5461·0	10	»	5461·0	10	stark verbreitert	5461·0	10	stark verbr.
	—	—		—	—			—	—		—	—		5455·0	3	

[1] Je stärker der Druck, desto mehr verbreitern sich die meisten Linien, so dass viele derselben fast bis zur Unkenntlichkeit verschwimmen.

[2] Bei ungenügend starkem Strom oder zu geringem Erhitzen entwickelt sich dies Spectrum nicht vollkommen, sondern nähert sich dem linienärmeren Spectrum der vorhergehenden Columne.

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren							
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5449·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5443·2	3	
	—	—		5426·5	8	ziemlich scharf	5426·1 Thalén	—	—		5426·5	8	mässig verbreitert	5426·5	10	stark verbr.
	—	—		—	—			—	—		—	—		5416·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5398·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5393·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5384·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5373·2	3	
	5365·3		sehr unscharf	5365·5	4	ziemlich scharf	5364·6 »	—	—		5365·5	4	mässig verbreitert	5365·5	2	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		5360·6	1	nebelig
	—	—		—	—			—	—		—	—		5355·5	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		5352·4	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		5346·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5334·3	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		5311·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5308·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5294·7	2	
	—	—		—	—			—	—		5288·7	1	mässig verbreitert	5288·7	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5284·2	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5281·5	5	
	—	—		5279·3	2	ziemlich unscharf	5278·6 »	—	—		5279·3	2	mässig verbreitert	5279·3	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5275·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5273·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5454·0	2	
	—	—		—	—			—	—		5242·8	1	mässig verbreitert	5242·8	7	
	—	—		—	—			—	—		5233·8	1	mässig verbreitert	5233·8	4	
	—	—		5218·0	2	ziemlich unscharf	5217·2 »	—	—		5218·0	2	mässig verbreitert	5218·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5211·2	4	
Grün	—	—		5207·0	4	ziemlich unscharf	5206·2 »	—	—		5207·0	4	mässig verbreitert	5207·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5196·6	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5190·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5187·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5172·4	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		5163·2	1	mässig verbreitert	5163·2	4	
	—	—		—	—			—	—		5149·2	1	mässig verbreitert	5149·2	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5141·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5135·6	5	
	—	—		5132·0	4		5131·2 »	—	—		—	—		5132·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5113·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5107·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—				
	—	—		—	—			—	—		5101·5	1	verbreit.; verschwom.	5102·9	3	
														5100·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5098·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5086·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5083·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5073·6	2	
	—	—		—	—			—	—		5068·2	1		5068·2	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5062·6	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5058·4	1	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren								
							Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Grün	—	—		—	—			—	—		—	—		5051·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5048·4	2	
	—	—		—	—			—	—		5047·0	1	verschwom., wahrscheinl. doppelt			
	—	—		—	—			—	—		—	—		5045·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5042·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5038·3	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5027·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5020·9	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5018·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5008·6	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4992·5	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4986·7	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4981·3	3	
	—	—		—	—			—	—		4974·0	1	verbreitert	4974·0	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4970·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4965·4	1	sehr schwach
	4959·7	3	unscharf	4959·7	6		4958·1 Thalén	—	—		4959·7	6	mässig verbreitert	4959·7	4	sehr stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4949·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4943 4	1	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4933·0	2	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4917·9	2	
	4916·4	5	»	4916·4	4		4916·1 »	4916·1	2	verschwindet in weiten Röhren oft ganz	4916·4	4	mässig verbreitert	4916·4	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4913·0	2	
	—	—		—	—			—	—		4902·1	1	mässig verbreitert	4902·1	4	»
	—	—		—	—			—	—		4896·7	1	verschwom.	4898·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4895·8	2	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4880·2	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—				
	—	—		—	—			—	—		4866·9	1	verschwom.	4869·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4867·3	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4864·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4856·6	3	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4849·4	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4844·6	2	scharf
Blau	—	—		—	—			—	—		4841·3	1	verschwomm.	4841·3	4	
	—	—		4826·0	1	undeutlich		—	—		4826·0	4	mässig verbreitert	4826·0	8	
	—	—		—	—			—	—		4813·0	2	mässig verbreitert	4813·0	4	
	—	—		—	—			—	—		4797·4	2	mässig verbreitert	4797·4	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4773·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4768·1	6	
	—	—		—	—			—	—		4753·4	1	verschw., wahrsch. doppelt	4753·4	3	
	—	—		—	—			—	—		4744·7	1	verschwomm.	4744·7	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4740·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4729·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4697·9	1	
Blau	—	—		—	—			—	—		—	—		4689·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4687·0	1	sehr schwach
	—	—		—	—			—	—		—	—		4681·6	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		4667·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4664·2	1	
	—	—		—	—			—	—		4661·0	1	verschwomm.	4661·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4651·7	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4647·8	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4639·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4637·0	2	einseitig abschattirt
	—	—		—	—			—	—		4635·9	1	undeutlich	4635·9	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4634·2	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4630·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4626·2	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4620·5	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4616·5	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4604·8	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4602·9	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4600·7	2	
	—	—		—	—			—	—		4598·2	1	»	4598·2	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4593·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4587·1	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4580·1	1	undeutlich
	—	—		—	—			—	—		—	—		4578·2	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4576·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4571·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4568·8	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4562·3	2	
	—	—		—	—			—	—		4556·7	2	strk. verb., wahrsch. doppelt			
	—	—		—	—			—	—		—	—		4553·8	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4547·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4544·2	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4541·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4539·9	1	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		4537·7	2	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4534·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4532·7	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4530·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4525·1	1	
	—	—		—	—			—	—		4522·9	1	verbreitert	4522·9	6	scharf
	—	—		—	—			—	—		—	—		4518·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4516·4	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4511·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4507·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4505·0	1	stark verbr.
	—	—		—	—			—	—		—	—		4499·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4498·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4495·0	1	scharf
	—	—		—	—			—	—		—	—		4493·2	1	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4491·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4490·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4486·8	8	stark verbr.
	—	—		—	—			—	—		—	—		4483·7	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4480·7	1	
	—	—		—	—			—	—		4470·5	1	»	4470·5	5	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren									
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Blau	—	—		—	—			—	—		—	—		4466·7	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		4464·2	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4461·5	1	undeutlich
	—	—		—	—			—	—		—	—		4459·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4454·1	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		4450·7	1	verschwomm.	4450·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4446·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4435·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4434·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4431·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4425·9	8	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4422·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4420·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4416·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4415·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4414·0	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4412·1	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4408·4	1	
	—	—		—	—			—	—		4401·5	2	mässig verbreitert	4401·5	10	stark verbr.
	—	—		—	—			—	—		4391·9	1		4391·9	10	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4385·7	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4382·9	8	
	—	—		—	—			—	—		4378·7	1	verbreitert	4378·7	8	
	—	—		—	—			—	—		4376·1	1	»	4376·1	10	
	—	—		—	—			4372·6	1	verbreitert	—	—	ver-schwomm.	4372·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4369·6	1	
	4358·6	10	umgekehrt	4358·6	10	stark verbreitert	4358·1 Thalén 4358·0 H. u. A.	4358·6	10	»	4358 6	10	verbreitert	4358·6	10	»
	4347·7	5	verbreitert	4347·7	4	ist mit der vorigen Linie durch ein schwaches continuirliches Spectrum verbunden	4348·0 Hartley u. Adeney	4347·7	4	verbreitert sich bei steigernder Temp.	4347·7	5	mässig verbreitert	4347·7	10	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4344·2	2	
	4339·5	4	»	4339·5	3		4341·0 H. u. A.	4339·5	3	verbreitert sich bei steigernder Temp.	4339·5	4	mässig verbreitert	4339·5	6	
Indigo	—	—		—	—			—	—		—	—		4336·9	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4333·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4329·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4327·2	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4324·7	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4320·4	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4318·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4315·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4314·2	4	
	—	—		—	—			—	—		4313·5	1	verbreit. n. Violett	4312·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4310·3	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4308·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4306·6	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4305·5	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4304·0	1	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren									
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Indigo	—	—		—	—			—	—		—	—		4301·7	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4300·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—	verbreit.,	4297·6	5	
	—	—		—	—			—	—		4295·3	2	wahrsch. doppelt	4292·3	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4290·1	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4288·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4285·1	6	wahrscheinl. doppelt
	—	—		—	—			—	—		4282·7	2	verbreitert	4282·7	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4276·7	3	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4270·1	3	
	—	—		—	—			—	—		4264·2	2	»	4264·2	8	stark verbr.
	—	—		—	—			—	—		4261·6	2	»	4261·6	8	»
	—	—		—	—			—	—		—	—		4259·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4257·6	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4256·4	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4255·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4252·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4249·2	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4248·9	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4237·7	5	
	—	—		—	—			—	—		4234·5	1	nebelig	4234·5	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4232·8	4	
	—	—		—	—			—	—		4230·1	1	»	4230·1	7	
	—	—		—	—			—	—		4227·4	1	»	4227·4	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4225·4	2	
	—	—		—	—			—	—		4221·6	1	wenig verbreitert	4221·6	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4219·4	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4218·6	2	
	—	—		—	—			—	—		4216·8	8	scharf	4216·8	10	stark verbr.
	—	—		4216·8	1	verschwomm.		—	—		4211·8	1	sehr scharf	4211·8	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4206·6	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4200·8	1	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4199·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4196 8	6	
	—	—		—	—			—	—		4192·4	1	strk. verbr.	4192·4	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4186·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4183·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4181·5	1	
	—	—		—	—			—	—		4178·5	1	»	4178·5	8	stark einseitig verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4175·9	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4169·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4167·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4165·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4164·6	1	
	—	—		—	—			—	—		4162·0	1	ver-schwomm.	4162·0	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4157·1	4	
	—	—		—	—			—	—		4155·1	1	verschw. u verbreitert	4155·1	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4149·5	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4148·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4145·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4143·7	1	
	—	—		—	—			—	—		4140·5	1	undeutlich	4140·5	7	
	—	—		—	—			—	—		4134·9	1	»	4134·9	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4132·7	1	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren									
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta									
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	
Indigo	—	—		—	—			—	—		—	—		4124·3	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4123·0	1		
	—	—		4120·9	1	ver-schwomm,		—	—		4120·9	4	scharf	4120·9	8	verbreitert	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4117·5	3		
	—	—		4115·3	1			—	—		4115·3	3	ziemlich scharf	4115·3	8		
	—	—		4109·1	1			—	—		4109·1	2	mässig verbreitert	4109·1	6		
	—	—		—	—			—	—		4106·9	1	undeutlich	4106·9	6		
	—	—		—	—			—	—		4104·1	1	ver-schwomm.	4104·1	8		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4098·0	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4096·5	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4093·1	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4091·8	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4088·4	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4086·9	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4084·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4083·1	4		
	4078·1	7	umgekehrt	4078·1	4		4077 H. W. Vogel 4077·5 H. u. A.	4078·1	4	mässig verbreitert	4078·1	4	mässig verbreitert	4080·7	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4078·1	10	stark verbr.	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4077·0	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4073·6	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4069·8	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4066·7	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4062·5	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4061·8	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4061·0	4		
	—	—		—	—			4057·9	2		4057·9	2	ziemlich scharf	4057·9	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4056·0	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4054·5	1		
Violett	4046·8	5	»	4046·8	10	stark verbreitert	4046 H. W. Vogel 4046·5 Hartl. u. Adeney	4046·8	10	verbreitert sich leicht bei steig. Temperat.	4046·8	10	verbreitert	4053·5	4		
														4046·8	10	»	
	—	—		4040·7	1			—	—		4040·7	2	stark verbreitert	4040·7	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4037·5	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4035·3	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4033·0	7	verbreitert	
	—	—		4030·9	1			—	—		4030·9	2	scharf	4030·9	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4029·9	3		
	—	—		4024·4	1	sehr verbr., nebelig		—	—		4024·4	3		4024·4	8	stark verbr.	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4022·0	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4021·0	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4020·1	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4014·8	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4013·7	6	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4011·0	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4010·0	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4006·0	1	verbreitert	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4006·0	8	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4003·5	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		4001·8	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3999·9	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3999·2	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3998·2	1		

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren									
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta									
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	
Violett	—	—		—	—			—	—		—	—		3996·8	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3995·8	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3993·8	6		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3989·8	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3988·8	1		
	3984·1	4		3984·1	8		3983 H. W. V. 3984·0 H. u. A.	—	—		3984·1	8	verbreitert	3984·1	10	sehr verbreitert	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3978·8	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3976·5	6		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3971·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3970·3	1		
	—	—		—	—			—	—		3967·9	1	undeutlich	3967·9	8	stark verbreitert	
	—	—		—	—			—	—		3964·9	1		3964·9	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—	verbreit.	3962·9	5		
	—	—		—	—			—	—		3961·4	2		3960·2	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3954·7	6		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3951·1	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3950·2	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3948·3	7	verbreitert	
	—	—		—	—			—	—		3945·2	1	nebelig verbreitert	3945·2	6		
	—	—		—	—			—	—		3942·3	1	»	3942·3	8		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3939·6	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3936·7	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3931·7	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3930·3	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3928·1	6		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3925·5	8	stark verbr.	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3922·0	7		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3918·9	7		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3916·4	5		
Ultraviolett	—	—		3914·5	1			—	—		3914·5	2	mässig verbreitert	3914·5	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3911·1	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3909·7	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3908·9	2		
	3908·4	1	sehr unscharf	3906·6	1			3906·6	1		3906·6	2	ziemlich scharf	3906·6	4	verbreitert	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3904·4	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3903·7	3		
	—	—		—	—			—	—		3902·1	1	stark verbreitert	3902·1	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3901·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3900·1	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3899·0	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3897·5	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3896·3	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3895·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3887·3	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3883·9	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3882·0	1	undeutlich	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3881·1	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3878·0	1		
	—	—		—	—			—	—		3875·2	1	ver-schwomm.	3875·2	6		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3874·3	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3873·6	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3870·3	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3869·3	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3864·0	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3863 4	1		

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren									
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta									
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	
Ultraviolett	—	—		3859·9	3	verbreitert n. Violett	3859·0 H. u. A.	—	—		3859·9	3	stark verbreitert, unscharf nach Violett	3860·4	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3857·5	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3856·6	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3851·2	2		
	—	—		—	—			—	—		3845·1	1	undeutlich	3845·1	6		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3843·2	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3842·0	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3840·5	2		
	—	—		3839·4	1	verschwomm.	3840 H. W. V.	—	—		3839·4	2	mässig verbreitert	3839·4	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3837·8	2	verbreitert, wahrscheinl. doppelt	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3835·9	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3834·6	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3833·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3832·6	2		
	—	—		—	—			—	—		3829·5	1	verbr., nebelig	3829·6	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3829·4	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3826·8	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3822·7	2		
	3820.6	1	sehr unscharf	3820·6	3		3820 » 3820·0 H. u. A.	—	—		3820·6	4	sehr stark verbreitert	3820·6	2	stark verbreitert	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3817·7	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3816·3	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3S14·2	1	verschwom.	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3812·7	2	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3811·5	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3811.1	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3810·4	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3809·0	4		
	—	—		3807·6	1	»	3807·0 »	—	—		3807·6	3	verschwomm.	3807·6	4	stark verbr.	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3803·6	4		
	—	—		3801·5	1	»	3800·0 »	—	—		3801·5	2	mässig verbreitert	3801·5	4		
	—	—		—	—			—	—		3797·6	1	»	3797·6	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3795·8	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3792·7	1		
	3790·4	2	»	3790·4	8		3791 H. W. V. 3790·0 H. u. A.	—	—		3790·4	8	stark verbreitert	3790·4	3	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3788·0	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3787·2	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3786·3	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3784·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3783·8	1	shr. schwach	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3782·5	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3780·8	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3779·7	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3776·5	3	verschwom.	
	3770·7	2	»	3770·7	3		3773 H. W. V. 3770·0 H. u. A.	—	—		3774·3	1	undeutlich	3774·3	8	sehr verbr.	
											3770·7	3	stark verbreitert	3770·7	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3762·2	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3759·9	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3757·3	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3756·6	1		
	—	—		3755·0	1	»	3753 H. W. V. 3754·7 H. u. A.	—	—		3755·0	1	verbr., sehr undeutlich	3755·5	1	verbreittert, nebelig	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3752·5	2		

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren									
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta									
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	
Ultraviolett	3751·8	4	verbreitert	3751·8	4		3751·0 H. u. A.	—	—		3751·8	4	stark verbreitert	3751·8	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3750·9	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3747·5	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3743·9	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3742·6	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3741·7	1	undeutlich	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3740·7	1	scharf	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3738·9	1	undeutlich	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3735·0	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3729·5	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3726·9	1	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3726·3	1	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3724·7	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3718·0	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3715·5	3	verbreitert	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3712·9	1	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3711·2	1	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3709·6	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3708·2	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3707·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3707·0	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3705·7	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3704·9	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3704·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3703·4	6		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3702·4	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3701·4	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3698·6	2		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3695·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3691·8	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3690·0	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3689·2	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3688·5	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3685·2	6		
	3680·7	4	verbreitert	3680·7	4		3681·9 »	—	—		3680·7	4	unscharf gegen Roth	3680·7	6		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3665·4	3		
	3663·3	5	umgekehrt	3663·3	9	starkes Triplet auf continuirlichen grünen Linien verbreitert	3662·9 »	3663·3	9	scharfes Triplet	3663·3	9	ziemlich scharfes Triplet	3663·3	10	stark verbr.	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3661·4	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3659·4	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3656·4	1		
	3654·9	5	»	3654·9	8		3654·4 »	3654·9	8		3654·9	8		3654·9	8	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3651·9	3		
	3650·3	10	»	3650·3	10		3650 H. W. V.	3650·3	8		3650·3	8		3650·3	10	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3644·5	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3642·5	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3638·5	5		
	—	—		—	—			—	—		3633·5	1	z. scharf	3633·5	3		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3632·5	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3630·3	5	»	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3627·6	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3623·4	1	sehr scharf	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3620·0	1		
	—	—		3618·6	1			—	—		—	—		3618·6	5		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3616·0	2		
	—	—		3613·7	4			—	—		—	—		3613·7	4		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3610·7	1		
	—	—		—	—			—	—		—	—		3609·1	1		
	—	—		3607·6	1			—	—		—	—		3607·6	5		
	—	—		3604·2	1			—	—		—	—		3604·2	2		
	—	—		3594·7	1			—	—		—	—		3594·7	3		

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren							
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta							
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		3593·2	1			—	—		—	—		3593·2	3	
	—	—		3590·9	1			—	—		—	—		3590·9	1	
	—	—		3577·7	1			—	—		—	—		3577·7	2	
	3561·5	4	unscharf	3561·5	6		3560·1 H. u. A.	3561·5	8		3561·5	8	verbreitert	3561·5	5	1
	—	—		—	—			—	—		—	—		3549·6	1	
	3543·7	4	»	3543·7	6		3542·3 »	3543·7	6		3543·7	6	»	3543·7	5	verbreitert
	—	—		—	—			—	—					3533·5	2	»
	—	—		3518·0	1			—	—		Von da ab nicht weiter beobachtet.			3518·0	1	»
	—	—		—	—			—	—					3500·1	1	
				3494·5	1	verschwomm. verbreitert	3492·6 »	—	—					3494·5	1	»
	—	—														
	—	—		3473·6	1		3473·4 »	—	—					3473·6	1	
	—	—		—	—			—	—					3456·3	1	
	—	—		3451·8	2		3451·4 »	—	—					3451·8	2	
	—	—		—	—			—	—					3440·6	1	
	—	—		—	—			—	—					3437·1	1	
	—	—		—	—			—	—					3434·7	1	
	—	—		—	—			—	—					3431·7	2	stark verbr.
	—	—		—	—			—	—					3423·5	1	
	—	—		—	—			—	—					3414·9	1	
	—	—		—	—			—	—					3410·0	1	
	—	—		—	—			—	—					3407·1	1	
	3390·5	3	»	3390·5	8		3389·5 »	3390·5	6					3396·1	1	
	—	—		—	—			—	—					3390·5	5	verbreitert
	—	—		3371·3	1			—	—					3386·6	1	scharf
	3367·0	1	»	3366·7	1	verschwomm.	3365·5 »	3366·7	1					—	—	
														3366·7	2	unscharf
	3351·5	4	verbreitert	3351·5	4		3351·2 »	3351·5	1							
	3341·7	5	»	3341·7	8		3341·2 »	3341·7	8					3351·5	4	
	—	—		3330·9	1	»	3326·4 »	—	—					3341·7	6	
	—	—		—	—			—	—					—	—	
	3305·2	6	»	3305·2	2			—	—					3320·5	1	
	—	—		3278·5	2			—	—					3305·2	1	
	3264·3	1		3264·3	5			3278·5	1					3278·5	2	
	—	—		3227·5	3			3264·3	2					3264·3	2	
	—	—		3208·4	4		3207·1 »	—	—					3227·5	2	
	—	—		—	—			3208·4	4					3208·7	3	
	—	—		3158·5	1			—	—					3207·7	1	
	3144·6	2	unscharf	3144·6	2	»		—	—					—	—	
	3135·9	2	»	—	—			—	—					3144·6	3	etwas verbr.
	3131·9	8	um-	—	—			—	—					3135·9	1	verschwom.
	3131·7	8	gekehrt	3131·8	10		3130·4 »	3131·8	10					—	—	
	3125·8	10	»	3125·8	10		3124·5 »	3125·8	10					3131·8	5	
	—	—		—	—			—	—					3125·8	5	
	—	—		—	—			—	—					3116·5	1	
	—	—		—	—			—	—					3107·7	1	
	3095·4	1	unscharf	3095·4	1	verschw., wahrscheinlich doppelt	3094·0 »	—	—					3096·0	2	
	—	—		—	—			—	—					3093·3	1	
	3085·4	1	»	3085.4	1	verschwomm.		—	—					3090·6	1	
														3085·4	1	sehr verschwommen
	3050·6	1	»	3051·0	1	»		—	—					3051·0	2	»

[1] Von da ab erfolgte die Beobachtung der in der V. Rubrik angeführten Spectren nicht mehr in zugeschmolzenen Glasröhren, sondern in Vacuumröhren mit Quarzplattenverschluss. Hiebei ist es schwierig die Erhitzung rasch und stark genug vorzunehmen; deshalb konnten wir dieses Spectrum nicht zur vollkommensten Entwickelung bringen, und es wird sich im Ultraviolett wohl noch linienreicher erhalten lassen. Die von hier ab folgenden Zahlen der Rubrik V schliessen sich deshalb vielleicht eher an das linienärmere Spectrum der vorhergehenden Columne (IV) an.

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren							
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta							
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	3038·7	4	unscharf	—	—			—	—					3038·7	2	scharf
	3027·6	2	»	—	—			3027·6	4					3027·6	2	
	—	—		—	—			3025·9	1					—	—	
	3023·7	2	»	—	—			3023·7	6							
	3021·6	4	umgekehrt	3021·6	8	stark verbreiterte Linie	3021·0 H. u. A.	3021·6	8	scharfe Liniengruppe				3023·7	2	
														3021·6	3	
	3011·2	1	unscharf	—	—			—	—							
	3007·0	2	verbreitert	3007·0	1	verschwomm.		—	—					3011·2	1	sehr verbr.
	—	—		—	—			—	—					3007·0	2	»
	2967·4	10	umgekehrt	2967·4	10	verbreitert	2966·4 »	2967·4	10					2972·8	1	scharf
	—	—		—	—			—	—					2967·4	8	
	—	—		—	—			—	—					2955·3	1	
	—	—		2947·5	6		2946·6 »	2947·5	2					2953 3	1	verschwom.
	—	—		—	—			—	—					2947·5	3	
	—	—		—	—			—	—					2942·6	1	undeutlich
	—	—		2940·8	1	verschwomm.		—	—					2941·3	1	verschwom.
														2939·8	1	
	—	—		2935·8	1		2935·5 »	—	—							
	2925·5	8	verbreitert	2925·5	3	verbreitert gegen Roth	2925·2 »	2925·5	5					2935·8	2	
														2925·5	7	
	—	—		2916·4	2		2915·3 »	2916·4	1							
	—	—		—	—			—	—					2916·4	3	
	2893·7	5	»	2893·7	10	verbreitert	2892·9 »	2893·7	6					2915·5	1	
	—	—		2886·8	1			—	—					2893·7	7	
	—	—		—	—			2882·2	1					2886·8	1	»
	—	—		2873·3	2			—	—					2882·2	1	
	2865·1	2	unscharf	2865·1	1	verschwomm.		—	—					2873·3	2	scharf
														2865·1	2	stark verbr.
	2857·1	4	»	2857·1	2			2857·1	3							
	—	—		—	—			—	—					2857·1	4	
	2847·9	4	»	2847·9	10	verbreitert	2846·8 »	2847·9	6					2852·0	1	
	—	—		—	—			—	—					2847·9	8	
	—	—		—	—			—	—					2842·0	1	sehr undeutl.
	2835·3	1	»	2833·5	1	verschwomm.	2832·1 »	—	—					2835·0	1	
														2833·5	2	
	2820·0	4	»	2820·0	10	verbreitert	2819·7 »	2820·0	5					2820·0	4	verbreitert
	—	—		2806·5	2	sehr verschwomm.	2810·0 »	2806·5	2	scharf				2806·5	1	
	—	—		2804·4	2		2804·5 »	2804·4	3	»				2804·4	1	
	2803·7	4	»	2803·7	3	Triplet		2803·7	5	»				2803·7	3	
	2799·8	1	»	2799·8	4		2798·5 »	—	—					2799·8	1	»
	—	—		2791·2	3		2790·0 »	—	—					2791·2	3	
	—	—		—	—			—	—					2789·1	1	
	—	—		—	—			—	—					2784·6	1	
	—	—		—	—			—	—					2781·0	1	
	2774·7	4	»	2774·7	4		2773·2 »	—	—					2774·7	2	
	—	—		—	—			—	—					2767·6	1	
	—	—		2762·2	3			—	—					2762·2	2	
	2759·8	5	»	2759·8	2		2760·8 »	2759·8	4					2759·8	2	
	2752·9	8	verbreitert	2752·9	8		2751·5 »	2752·9	8					2752·9	6	
	—	—		—	—			—	—					2741·3	1	sehr undeutl.
	—	—		2726·5	1			—	—					2726·5	1	
	—	—		2724·2	1			—	—					2724·2	1	
	—	—		2710·4	1			—	—					2710·4	1	
	—	—		2705·5	1			—	—					2705·5	1	
	—	—		2702·7	4		2702·0 »	—	—					2702·7	2	
	2699·7	2	sehr unsch.	—	—			2699·5	4					2699·5	3	
	2686·6	2	»	2686·7	4			—	—					2686·7	2	verbreitert
	2675·2	1	»	—	—			—	—					2675·2	1	
	2672·8	1	»	2672·8	1	undeutlich		—	—					2672·8	1	
	—	—		—	—			—	—					2604·5	1	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren									
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)				In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken				Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke			
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta									
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	2660·3	1	sehr unsch.	2660·6	1	undeutlich		—	—							2660·6	1	
	2658·6	1	»	2658·6	1	»	2657·6 H. u. A.	—	—							2658·6	1	undeutlich
	2655·3	5	umgekehrt	2655·3	1	ver-		2655·3	7	scharfes						2655·3	2	
	2653·9	5	»	2653·9	1	schwom.		2653·9	7	Triplet						2653·9	2	
	2652·2	8	»	2652·2	4	Band	2652·2 »	2652·2	8							2652·2	3	
	2648·1	1	sehr unsch.	2648·3	1			—	—							2648·3	1	
	2642·7	3	»	2642·7	1	ver-	2644·6 »	—	—							2642·7	2	verbreitert
						schwomm.												
	—	—		—	—		2640·6 »	2640·5	3							2640·5	1	
	—	—		—	—			—	—							2629·0	1	sehr undeutl.
	—	—		—	—			—	—							2625·7	1	
	—	—		—	—			—	—							2614·8	1	
	2609·7	1	unscharf	2609·7	1			—	—							2609·7	2	
	2605·3	2	»	2605·3	2			—	—							2605·3	2	
	—	—		2603·1	2		2602·3 »	2603·1	2							2603·1	3	
	—	—		—	—			—	—							2598·3	1	»
	—	—		2584·7	2		2584·2 »	—	—							2584·7	2	
	2576·3	8	unscharf	2576·3	6	verbreitert		2576·3	5							2576·3	3	
			nach Roth			gegen Roth												
	—	—		2575·2	2		2575·3 »	—	—							2575·2	2	
	2564·1	1		2564·1	1			2564·1	1							2564·1	1	
	—	—		—	—			—	—							2561·4	1	
	—	—		2558·0	1	undeutlich		—	—							2558·0	1	
	2540·4	2	umgekehrt	2540·4	1	sehr		—	—							2540·4	2	
						schwach,												
						verbreitert												
	2536·7	10	»	2536·7	10	umgekehrt	2535·8 »	2536·7	6							2536·7	6	
	2534·9	7	»	2534·9	7		2533·8 »	2534·9	5							2534·9	3	
	2524·8	2	unscharf	2524·8	1	ver-	2522·7 »	—	—							2524·8	2	verbreitert
						schwomm.												
	—	—		2515·2	2		2514·3 »	—	—							2515·2	2	
	—	—		—	—			—	—							2507·2	1	sehr schw.
	2505·0	1	»	2505·0	1			—	—							2505·0	1	
	—	—		—	—			—	—							2499·4	1	
	—	—		2492·2	5		2491·4 »	2492·2	1							2492·2	3	scharf
	—	—		2490·2	3			—	—							2490·2	1	
	—	—		2483·9	1	sehr	2484·2 »	2483·9	4	scharfes						2483·9	1	
						schwach												
						undeutlich				Triplet								
	—	—		—	—			2482·9	4							2482·9	1	
	2482·1	4	»	2482·1	1	ver-		2482·1	6							2482·1	2	
						waschene												
						Streifen												
	2478·1	2	»	2478·5	1	ver-	2477·7 »	2478·8	1							2478·8	1	verschwom.
						schwomm.,												
						vielleicht												
						doppelt												
	—	—		—	—			2478·2	1							2478·2	1	
	—	—		2469·5	2			—	—							2469·5	1	
	—	—		2468·1	2		2468·0 »	—	—							2468·1	2	
	—	—		—	—		2467·0 »	—	—							—	—	
	2464·2	5	»	2464·2	4		2463·7 »	2464·2	4							2464·2	4	
	—	—		2459·6	1		2459·3 »	—	—							2459·6	1	
	2447·0	5	»	2447·0	1			2447·0	1							2447·0	2	
	—	—		2414·3	5		2414·3 »	2414·3	2							2414·3	4	
	2412·3	4	»	2412·3	1	sehr		2412·3	1							2412·3	1	»
						schwach,												
						undeutlich												
	—	—		2407·6	5		2407·3 »	2407·6	2							2407·6	4	
	2399·6	4	»	—	—			—	—							2399·6	2	
	—	—		2390·3	1		2390·0 »	—	—							2390·3	1	
	—	—		—	—			—	—							2380·1	1	sehr undeutl.

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelectroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren									
								Bei hoher Verdünnung und 15—80° C. (ohne Leydnerflasche)				In erhitzten Vacuumröhren (Temp. 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken				Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destil., wonach es andererseits rasch condensirt wird. Starker Flaschenfunke			
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta									
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	2378·4	5	unscharf	2378·4	2			2378·4	5							2378·4	3	
	2374·1	2	sehr unsch.	—	—			—	—							2374·1	1	undeutlich
	—	—		2369·3	3	ver-		—	—							2369·3	2	
						schwomm.												
	—	—		2354·3	3	»	2355·2 H. u. A.	—	—							2354·3	1	scharf
	—	—		—	—			2353·6	1	ver-						2353·6	1	
										schwomm.								
	—	—		—	—			2352·6	1	»						2352·6	1	undeutlich
	2345·4	4	unscharf	2345·4	2			2345·4	1							2345·4	2	
			nach Roth															
	—	—		2341·9	1	sehr	2342·2 »	—	—							2341·9	1	
						schwach												
	—	—		2340·5	1	»	2340·0 »	—	—							2340·5	1	
	—	—		2339·7	2	wahrsch.		—	—							2339·3	3	
						doppelt,												
						verschw.												
	—	—		2335·1	1			—	—							2335·1	1	sehr undeutl.
	—	—		—	—			—	—							2327·5	1	»
	—	—		—	—			—	—							2323·1	1	»
	—	—		2321·0	1	sehr		—	—							2321·0	1	»
						schwach												
	—	—		2315·0	3		2315·2 »	—	—							2315·0	1	verbreitert
	2301·6	1	unscharf	—	—			2301·6	1							2301·6	1	
	—	—		2296·4	2		2296·5 »	—	—							2296·4	1	
	—	—		2292·0	1		2292·6 »	—	—							2292·0	2	verschwom.
	—	—		—	—			—	—							2284·0	1	
	—	—		2264·0	4	ziemlich	2264·2 »	2264·0	2	scharfes						2264·0	2	stark verbr.
	2262·2	4		2262·2	4	scharfes	2263·3 »	2262·2	3	Triplet						2262·2	2	
	2260·4	4		2260·4	4	Triplet	2261·4 »	2260·4	3							2260·4	2	
	—	—		—	—			—	—							2258·6	1	undeutlich
	2252·9	2		2252·9	4		2254·0 »	2252·9	2							2252·9	2	
	—	—		2244·1	1			—	—							2244·1	1	
	—	—		2230·0	1		2231·0 »	—	—							2230·0	2	
	2224·7	4		2224·7	6		2225·7 »	2224·7	3							2224·7	2	stark verbr.
	—	—		2191·3	1		2190·9 »	—	—							2191·3	1	
	—	—		2150·6	1		2148·0 »	—	—							2150·6	1	

II. Bandenspectrum des Quecksilbers.

H. W. Vogel beschreibt das von ihm erhaltene Quecksilberspectrum im Geisslerrohre, welches jedoch nach unserer Ansicht bei seinen Versuchen nicht rein erhalten wurde (s. o.), als ein Linienspectrum, in welchem Andeutungen schwach canellirter Banden vorhanden waren (bei $\lambda = 4216, 4008, 3910$); von denselben könnten vielleicht die beiden ersten weniger brechbaren mit unserem Bandenspectrum identisch sein (vergl. unsere Anmerkung w. o.); da jedoch die gut charakterisirte, von uns mit $\lambda = 4396$ (Kante) bestimmte, sowie die stark brechbare Quecksilberbande $\lambda = 3728$ (Kante) fehlt, dafür eine im reinen Bandenspectrum des Quecksilbers von uns nicht wiedergefundene Bande ($\lambda = 3910$ nach Vogel) von H. W. Vogel angeführt ist, so deutet dies darauf hin, dass das von demselben beobachtete Spectrum ein Mischspectrum war, welches vielleicht von Verunreinigungen herrührt, denn einige dieser Linien (siehe Seite 5), sowie die Bande $\lambda = 3910$ fehlen in reinen Quecksilbergeisslerröhren.

Es mangelten somit sichere Anhaltspunkte über die Existenz eines zweiten als »Bandenspectrum« zu bezeichnenden Quecksilberspectrums, und wir bemühten uns die Frage zu lösen, ob dem Quecksilber nur ein Linienspectrum zukomme oder ob ähnlich wie Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel etc. der Quecksilber-

dampf ausser dem Linienspectrum noch ein zweites von diesem verschiedenes »Bandenspectrum« liefern könne. Unseren Versuchen zu Folge entsteht das Bandenspectrum am schönsten, wenn man durch destillirenden Quecksilberdampf in den S. 6 beschriebenen und abgebildeten Röhren den Inductionsfunken ohne Leydener Flaschen durchschlagen lässt.

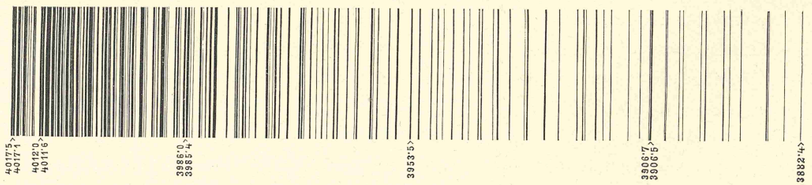
Man erhitzt zu diesem Zwecke den retortenartigen Theil des Geisslerrohres (Fig. 1) mittelst eines untergestellten Brenners und lässt, sobald das Quecksilber durch die Capillare überzudestilliren beginnt, den Funken eines kräftigen Inductoriums ohne Leydenerflaschen durchschlagen. Die Capillare erglänzt bei genügend kräftigem Strome in hellem, grünlichweissem Lichte, welches, mit dem Taschenspectroskop betrachtet, schwache Banden im Indigoblau und Violett erkennen lässt. In der Spectrumphotographie ist das Bandenspectrum ausserordentlich scharf und deutlich sammt allen seinen feinen Linien definirt, wie man es nach dem Anblicke, den es dem Auge gewährt, niemals erwarten sollte (siehe heliographische Abbildung Fig. 9).

Sobald man Leydenerflaschen einschaltet, tritt das Bandenspectrum des Quecksilbers entweder gänzlich oder (bei weniger Flaschen) bis auf einige Reste zurück und an seine Stelle tritt das linienreiche Spectrum, welches in der beigegebenen heliographischen Tafel [Fig. 8] abgebildet ist) [1]. Schaltet man die Leydenerflaschen aus, so tritt sofort das Bandenspectrum wieder hervor.

Die vorliegenden Messungen geben ein klares Bild über die Beschaffenheit des von uns entdeckten zweiten neuen Quecksilberspectrums, dessen Linienbau nunmehr sichergestellt ist. Dieses Spectrum ist als ein Bandenspectrum zu bezeichnen, dessen sämmtliche von uns beobachteten Banden mit der intensiveren Kante gegen das weniger brechbare Ende zu liegen, während sie gegen das Ultraviolett allmählich schwächer werden und die Linien weiter auseinander liegen. Bei langer Belichtung greifen die einzelnen Banden ineinander über. Von denselben liegt die erste im Cyanblau, die zweite und dritte im Indigo, die vierte im Violett am Anfange des Ultraviolett, die fünfte und die folgenden im Ultraviolett. Diese Banden bestehen aus zahlreichen äusserst scharfen Linien, welche häufig zu Triplets geordnet scheinen. In jeder einzelnen dieser Banden lassen sich je über hundert feine Linien erkennen; wir haben die Wellenlänge von mehr als 400 derartiger Linien bestimmt (s. Tabelle).

Wir haben es also hier mit keinen verwaschenen continuirlichen Banden zu thun, sondern mit Gruppen, welche aus hunderten von feinen Linien bestehen und den Eindruck canellirter Banden machen. Die weniger brechbare Kante dieser Banden besteht meist aus einer Doppellinie, neben welcher sich feine Linien gegen Ultraviolett abschattiren; in knapper Nachbarschaft dieser Kante liegt eine zweite intensivere Kante, welche ihrerseits wieder aus einer Doppellinie besteht und an welche sich nun die zahlreichen anderen feinen Linien anschliessen. Diese beiden einander benachbarten Anfangskanten charakterisiren den Anfang jeder dieser Banden; wir haben diese Kanten mit α und β bezeichnet (s. Tabelle). Die untenstehende Fig. 2 zeigt eine dieser Quecksilberbanden zu Beginn des Ultraviolett, deren Kante mit der Doppellinie $\lambda = 4017 \cdot 5$ und $4017 \cdot 1$ beginnt; zur Orientirung haben wir in dieser Figur, welche mittelst Photographie nach der Vergrös-

Fig. 2.



serung eines unserer Photogramme hergestellt wurde, die Wellenlängen einiger Linien eingetragen. Diese Figur (welche jedoch nicht alle in unserer Tabelle enthaltenen Linien vollständig enthält) gibt eine gute Vor-

[1] Bei Anwendung von Wechselstrom tritt in der Capillare, wenn zahlreiche Flaschen eingeschaltet werden, das linienreichste Quecksilberspectrum (Fig. 8 der Tafel) auf, während im weiteren Theile unmittelbar hinter der Capillare gleichzeitig das Bandenspectrum sehr schön hervortritt, jedoch sind in diesem Falle dem Bandenspectrum mehr Linien des eigentlichen Linienspectrums beigemengt.

stellung über den Linienbau dieser Banden. Es machen diese zweifachen, weniger brechbaren Anfangskanten der einzelnen Banden, von welchen die weiteren Liniengruppen sich gegen Ultraviolett abheben, den Eindruck, als ob jede Hauptbande aus zwei ineinandergeschobenen benachbarten Nebenbanden gebildet würde.

Zwischen die schattirten Banden lagert sich mehr oder weniger intensiv das Linienspectrum des Quecksilbers, welches im Geisslerrohre bei Inductionsfunken (ohne Flaschen) entsteht und welches sich niemals ganz aus dem Bandenspectrum entfernen lässt. Die Erkennung dieser Linien ist an der Hand unserer Tabelle des Linienspectrums übrigens leicht durchführbar.

Bandenspectrum des Quecksilbers.

(Bezogen auf Rowland's Normalspectrum.)

Eder und Valenta				Eder und Valenta				Eder und Valenta				Eder und Valenta			
Farbe	λ	i		Farbe	λ	i		Farbe	λ	i		Farbe	λ	i	
Grün	Kante α 4517·1	2	1	Indigo	Kante β 4393·2	4		Indigo	4353·2	2		Indigo	4292·4	2	
	» β 4514·3	2			4392·6	3			4352·6	2			4291·2	2	
	4513·0	1			4391·5	2			4350·0	3			4289·8	1	
	4510·5	2			4390·4	3			[4347·7	10]	9		4282·3	1	
	4508·7	2			4389·4	3			4344·0	2			4278·1	2	
	4505·2	2			4388·1	3			4343·1	2			4275·3	1	
	4502·5	2	2		4386·5	4			4340·6	3			4266·5	1	
	4497·9	2			4385·2	3			[4339·5	10]	10		4262·9	1	
	4495·4	1			4384·4	3			4338·4	1	11		4260·6	1	
	4493·4	1	3		4382·8	2			4336·8	2			4250·7	1	
	4489·3	3			4382·0	2			4332·8	1			4246·1	1	
	4487·2	3			4381·3	3			4332·0	1			4243·6	1	
	4484·9	1			4380·0	2			4330·6	2			4233·8	1	12
	4478·8	3			4378·3	2			4330·1	2		Violett	Kante 4218·9	3	13
	4477·0	3			4378·0	2			4328·7	3			α 4218·3	3	
	4474·6	1			4376·2	2			4326·4	1			4218·0	1	
	4465·5	3			4374·9	1			4321·1	1			4217·6	2	
	4462·6	1			4374·5	1			4319·6	1			4216·8	1	
	4451·4	2			[4372·6	3]	7		4318·0	2			4215·9	1	
	4448·8	1	4		4370·6	2			4317·6	2			4215·0	1	
	4434·8	1	5		4369·4	1			4315·2	1			» β 4214·1	4	
	4433·4	1			4369·1	1			4308·3	1			4213·8	4	
Indigo	» {4396·3	3	6		4368·3	1			4307·3	1			4212·9	5	
	α {4395·0	3			4366·1	3			4305·6	3			4212·1	1	
					4364·0	2			4303·2	1			4211·2	4	14
					[4358·6	10]	8		4294·8	2			4210·2	1	

[1] Erste Quecksilberbande; Anfangskante der gegen das stärker brechbare Ende abschattirten canellirten Bande. — Dieselbe ist von sämmtlichen Quecksilberbanden die am wenigsten vollkommen entwickelte und gibt kein deutliches Bild des Baues derselben.

[2] Vielleicht doppelt.

[3] Sehr schwach.

[4] Vielleicht doppelt.

[5] Sehr schwach.

[6] Durchwegs scharfe, feine Linien. — Diese starke Doppellinie blieb die Anfangskante der zweiten Bande, daneben tritt gewissermassen als zweite Kante eines eingelagerten, stärkeren und ausgedehnteren Nebenbandes die Doppellinie 4393 und 4392 auf.

[7] Ist eine dem Linienspectrum des Hg zukommende Linie, welche sich dem Bandenspectrum beigesellt.

[8] Sehr verbreitert; Hauptlinie des Linienspectrums; verdeckt wahrscheinlich einige feine Linien des Bandenspectrums.

[9] Sehr verbreiterte Hauptlinie des Linienspectrums; wie vorhin.

[10] Verbreiterte, sehr starke Linie; Hauptlinie des Linienspectrums des Hg.

[11] Vielleicht doppelt?

[12] Es folgen noch zahlreiche, sehr schwache Linien, welche sich bis zum Beginn der nächsten (dritten) Quecksilberbande erstrecken.

[13] Diese Doppellinie bildet die Anfangskante der dritten Quecksilberbande; ihr folgen mehrere feine Linien, dann beginnt mit einer kräftigen Doppellinie (4214, 4213) ein neues, unmittelbar darangelagertes Nebenband. Das ganze dritte Hauptband (das lichtstärkste der Quecksilberbanden) ist gegen das brechbare Ende abschattirt (cernellirt), im selben Sinne, wie alle fünf Hg-Banden.

[14] Vielleicht doppelt?

Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*
Violett	4209·1	3		4148·4	3		4049·0	1		3997·3	5
	4208·7	2		4145·2	1		4048·1	1		3996·1	1
	4207·6	2		4144·6	1		4047·6	3		3995·6	3
	4207·2	2		4143·3	4		[4046·8	10] [7]		3994·0	4
	4206·7	1		4142·4	1		4044·5	3		3993·9	4
	4206·3	3		4139·4	4		4042·0	1		3991·8	5
	4205·5	2 [1]		4139·1	3		4040·6	1		3990·9	1
	4204·7	2		4138·4	1 [3]		4038·7	1		3990·1	
	4203·5	1		4134·6	3		4037·1	1		3989·9	4
	4202·8	1		4133·7	3		4035·1	2		3987·6	3
	4201·9	2		4129·9	2		4034·6	1		3987·3	3
	4201·3	2		4129·5	2		4034·2	1		3986·0	4
	4199·8	1		4128·8	2	Violett	4032·8	1		3985·4	4
	4198·6	1		4124·0	2		4031·6	1		3983·3	3
	4197·6	1		4123·8	2		4030·8	1		3982·4	3
	4197·0	3		4123·3	2		4029·8	2		3981·5	4
	4195·2	1		4121·7	1		4027·8	1		3980·6	3
	4194·4	2		4119·6	2		4026·8	1		3980·3	3
	4192·8	1		4118·9	2		4026·2	1		3978·4	3
	4192·3	1		4117·5	1		4025·4	1		3976·9	2
	4191·6	2		4113·3	2		4024·2	1		3976·6	3
	4190·3	1		4112·8	1		4022·2	1		3975·4	2
	4189·1	2		4109·8	1		4020·4	1		3975·0	2
	4187·1	4		4109·0	1		4020·2	1	Ultraviolett	3974·2	1
	4185·9	2		4108·2	4		4018·8	1 [8]		3973·1	4
	4185·1	2		4105·2	1	Kante	4017·5	4 [9]		3971·2	5
	4183·6	3		4101·9	3	α	4017·1	4		3970·7	1
	4181·3	3		4101·6	2		4016·2	2 [10]		3970·1	1
	4181·0	1		4100·6	2		4015·1	3		3969·7	3
	4180·2	1		4097·8	1		4014·9	1		3969·1	2
	4179·7	2		4096·7	1		4013·5	2		3967·8	3
	4178·8	2		4096·2	1 [4]		4013·2	1		3965·7	4
	4177·2	3		4091·8	1	»	4012·0	4 [11]		3965·4	4
	4175·0	4		4089·9	3	β	4011·6	4		3963·8	3
	4173·9	2		4087·3	2		4010·8	3		3962·8	2
	4172·5	3		4085·5	2		4010·6	3		3962·0	2
	4172·0	2		4084·5	2		4009·8	3		3960·9	1
	4170·0	3		4079·5	1		4009·2	1		3959·6	4
	4169·1	1		4079·0	2		4008·6	3		3958·9	3
	4167·8	3		[4078·1	8] [5]		4008·0	2		3957·4	3
	4167·2	1		4077·1	3		4007·1	3		3956·1	1
	4166·2	2		4076·6	2		4006·3	1		3955·7	2
	4164·8	3 [2]		4075·5	1		4006·1	2		3953·5	4
	4164·1	1		4073·0	2		4005·2	6		3952·3	2
	4162·1	3		4071·7	2		4004·4	2		3950·6	2
	4160·0	3		4063·9	2		4003·9	2		3949·0	3
	4157·9	2		4062·0	1		4003·1	7		3946·7	3
	4156·7	4		4059·6	1		4001·8	3		3945·2	3
	4155·0	1		4058·4	2		4000·9	2		3943·0	2
	4153·9	3		[4057·9	3] [6]		4000·4	4		3941·1	2
	4152·0	4		4050·7	1		3999·7	2 [12]		3941·0	1
	4149·0	1		4049·8	2		3998·9	2		3939·6	3

1 Ist wahrscheinlich doppelt.
2 Verbreitert, wahrscheinlich doppelt.
3 Sehr schwach.
4 Sehr schwach.
5 Starke Linie des Linienspectrums Hg, welche auch im Bandenspectrum auftritt.
6 Scharfe Linie des Linienspectrums von Hg, welche sich dem Bandenspectrum beigesellt.
7 Verbreiterte Hauptlinie des Linienspectrums, welche in der Umgebung feine Linien des
8 Es folgen hier noch zahlreiche feine, schwache Linien, welche (immer schwächer werdend) den Raum bis zur Anfangskante der folgenden Bande erfüllen.
9 Mit nebenstehender starker Doppellinie beginnt die Kante der vierten Quecksilberbande.
10 Wahrscheinlich doppelt.
11 Mit dieser Doppellinie beginnt im Innern der vierten Hauptbande eine neue Kante eines abschattirten Nebenbandes, analog den anderen Banden.
12 Wahrscheinlich doppelt.

Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*
Ultraviolett	3938·5	2	Ultraviolett	3892·1	2	Ultraviolett	3722·6	2	Ultraviolett	3696·1	1
	3936·7	1		3888·1	3		3722·3	1		3695·3	1
	3935·1	2		3887·8	1	Kante β	3721·4	3		3694·8	1
	3934·6	2		3885·1	1		3721·1	1 [4]		3694·5	1
	3932·7	1		3882·4	2		3720·4	1 [5]		3693·2	1
	3931·9	3		3878·0	2		3719·6	3		3692·3	1
	3929·9	2		3876·6	1		3718·3	3		3690·7	1
	3926·9	2		3875·1	2		3717·0	3		3689·2	1
	3923·9	3		3872·4	2		3715·9	1 [6]		3688·2	1
	3921·8	3		3870·7	1		3715·2	3		3686·3	1
	3918·9	2		3867·6	3		3714·2	1		3686·1	1
	3918·1	2		3864·7	2		3713·2	3		3684·1	1
	3917·6	1		3861·7	1		3712·0	2		3681·6	1
	3915·8	3		3856·6	2		3711·0	3		3680·7	1
	3914·6	1		3853·8	1		3709·4	1		3679·8	1
	3913·2	2		3852·2	1		3708·7	1		3676·6	1
	3910·3	2		3850·9	1		3708·4	1		3676·0	1
	3908·4	1		3845·2	1		3706·9	1		3675·1	1
	3906·7	3		3833·2	1 [2]		3706·4	1		3671·1	1
	[3906·6	5] [1]		3830·7	1		3706·0	1		3670·6	1
	3904·3	1		3820·6	1		3705·5	1		3669·9	1 [7]
	3902·2	1		3807·3	1		3703·1	1	Kante α	3500·1	[8]
	3901·5	2	Kante	3728·6	2 [3]		3702·6	1	» β	3495·0	[8]
	3898·5	1	α	3728·0	1		3700·6	1	» α	3274·5	[9]
	3897·7	3		3726·2	3		3699·7	1	» β	3268·1	[9]
	3895·0	2		3725·1	1		3698·8	1			
	3894·0	1		3723·6	1		3697·1	1			

1 Scharfe Linie des Linienspectrums des Quecksilbers, welche auch im Bandenspectrum auftritt.
2 Es folgen hier noch zahlreiche schwache, kaum ausmessbare Linien, dann eine andere, sehr schwache Bande (analog gebaut, wie die anderen), welche wir nicht ausmassen.
3 Anfangskante der fünften Quecksilberbande. Der Bau der canellirten Bande ist analog dem vorigen.
4 Undeutlich.
5 Undeutlich.
6 Wahrscheinlich doppelt.
7 Es folgen noch zahlreiche, schwache, unmessbare Linien.
8 Anfangskanten der sechsten Quecksilberbande (mittelst des Quarzspectrographen erhalten).
9 Anfangskanten der siebenten Quecksilberbande, welche beiden denselben Charakter wie die vorhergehenden Banden haben und aus zahlreichen Linien bestehen. — Daran schliessen sich noch zahlreiche feine Linien an, welche weniger regelmässig zu sein scheinen. — Das ganze ultraviolette Bandenspectrum des Hg ist mit den Linien des einfachsten Quecksilber-Linienspectrum, wie es in Geissler-Röhren bei geringem Druck und Inductionsfunken (ohne Flaschen) auftritt, durchsetzt.

Rückschluss auf die Natur von Banden- und Linienspectren der Elemente im Allgemeinen.

Die von uns gemachten Beobachtungen gestatten einen Rückschluss auf die Natur der Banden- und Linienspectren der Elemente im allgemeinen, über welche mannigfache Anschauungen geäussert wurden.

Plücker und Hittorf fanden in ihrer berühmten Abhandlung über die Spectren der Gase (Phil. Transaction, 1865):

1. dass die Spectren von Stickstoff, Wasserstoff und anderen Gasen eine Veränderung erleiden, wenn die Intensität der elektrischen Entladung sich ändert; sie fanden, dass bei electrischen Entladungen geringerer Spannungen ein »Bandenspectrum« oder wie sie es nannten »Spectrum 1. Ordnung« entstehe; dagegen bei Erhöhung der Temperatur ein »Linienspectrum« auftritt — »Spectrum 2. Ordnung«. Als Erklärung für diese Erscheinung nahmen sie an, dass z. B. Stickstoff ähnlich wie Sauerstoff in verschiedenen allotropischen Modificationen existire und dass durch Änderungen in der Intensität der Entladung Änderungen in diesen allotropen Zuständen hervorgerufen werden. [1]

[1] Vergl. Roscoë, Spectralanalyse, 1890, 3. Aufl. S. 120.

Angström schloss sich später der Idee Plücker und Hittorf's an[1] und stellte die Hypothese auf, dass, wenn das Gas verschiedene Spectren zeige, dies daher rühre, dass die Atome des Gases Verbindungen zu verschiedenen Molekülen eingehen und diese gewissermassen allotropen Verbindungen ihrer eigenen Spectren haben können, wenn sie, ohne in ihre Atome zu zerfallen, zum Glühen gebracht werden.

Später führte Lockyer weiter aus, dass die Gase, solange ihre Moleküle aus mehreren Atomen bestehen, Bandenspectren zeigen sollen, dagegen, wenn mit steigender Temperatur die Moleküle zu Atomen zerfallen, Linienspectren geben müssen.[3] Diese Anschauung wurde seither ziemlich allgemein acceptirt. Auch Kayser (Lehrb. d. Spectralanalyse, 1883, S. 98) schreibt die Bandenspectren den Molekülen, sowohl von Elementen, als auch von Verbindungen zu, während er die Linienspectren durch die Schwingungen der einzelnen Atome (welche durch Dissociation der Moleküle entstehen) erklärt. Gegen diese Anschauung wendet sich insbesonders Wüllner. Derselbe sagt: Die allmähliche Entwicklung der Bandenspectren der Gase (Stickstoff, Sauerstoff) aus dem Linienspectrum sei ein Beweis dafür, dass ein so qualitativer Unterschied zwischen den Plücker-Hittdorf'schen Spectren erster und zweiter Ordnung nicht vorhanden ist, wie die Auffassung, dass das eine Spectrum dem Moleküle, das andere dem Atome (wie sie durch Zerreissung der Moleküle entstehen) entspricht, es verlangt.[4] Wüllner hält die Linien der sogenannten Linienspectren nur für Theile der vollständigen Spectren der betreffenden Gase, welch letztere sich zeigen, wenn man hinreichend tiefe Schichten der Gase auf die zur Hervorrufung der Linien erforderliche Temperatur bringt. Später modificirte Wüllner[5] seine Ansicht dahin, »dass zunächst bei niedriger Temperatur, bei welcher die Moleküle mit geringer Geschwindigkeit aneinanderprallen, die materiellen und die Ätherantheilchen der einzelnen Atome des Moleküles in schwingende Bewegung gerathen und durch diese Schwingungen das Bandenspectrum liefern. Erst wenn die Temperatur eine erheblich höhere geworden ist, die Moleküle also mit erheblich grösserer Geschwindigkeit aneinanderfliegen, gerathen die Complexe, die wir als Atome im Molekül ansehen, gegeneinander in Schwingung, und diese Schwingungen geben die Linien des Linienspectrums«.....

.....»Ganz besonders steht mit dieser Auffassung im Einklange, dass die verschiedenen Linien mit steigender Temperatur erst nach und nach sichtbar werden. Im Linienspectrum sieht man zuerst die Wellenlängen, für welche das Emissionsvermögen den grössten Werth hat, erst wenn die Stösse stärker werden, erhalten die den übrigen Wellenlängen entsprechenden Schwingungen eine hinreichende Amplitude, um wahrgenommen zu werden. Die Stösse müssen umso stärker werden, je geringer das Emissionsvermögen für die betreffenden Schwingungen ist; dass dasselbe z. B. (beim Wasserstoff) für H_γ und H_δ am geringsten ist, soll ja nichts anderes ausdrücken, als die Thatsache, dass H_γ und H_δ niemals die Helligkeit von H_α und besonders von H_β erhalten«.[6] »Mit der Auffassung, dass das Bandenspectrum und das Linienspectrum des Wasserstoffes einem verschiedenen Bau des strahlenden Moleküles zuzuschreiben sind, vermag ich die Beobachtungen (bei *H*, *N* und *O*) nicht zu vereinigen.«

W. Ostwald[7] bemerkt zu den verschiedenen Annahmen über die Ursache der mehrfachen Spectren der Gase: »Es scheint näherliegend, von einer Formveränderung der ponderablen Masse der Atome ganz abzusehen und die Entstehung der Linienspectren den Schwingungen des Äthers, um seine durch die ponderable Masse des Atomes bestimmte Gleichgewichtslage allein zuzuschreiben. Die Unabhängigkeit der Wellenlänge von der Amplitude ist dann leicht zu verstehen.« Dazu ist indessen zu bemerken (wie Ostwald a. a. O. hervorhebt), dass nach Wiedemann[1] die Annahme, der Äther sei der Träger des »Leuchtenergie-Inhaltes«, mit den aus den Voraussetzungen der kinetischen Gastheorie folgenden Vorstellungen über die Mechanik des Leuchtens sich nicht wohl in Übereinstimmung bringen lässt. Anderseits aber hat H. Ebert[2] gezeigt, dass auch in anderer Weise die Anschauungen der kinetischen Gastheorie mit den spectroskopischen Thatsachen in Widerspruch kommen. Somit muss man, wie Ostwald ausführt, entweder die gemachten Voraussetzungen der kinetischen Gastheorie aufgeben, oder man muss annehmen, dass das Leuchten nicht von bewegten Molekülen ausgeht, sondern nur im Momente des Zusammenstosses stattfindet. Es stimmen somit die Ansichten über die Natur des Linien- und Bandenspectrums, sowie über variable Spectren eines und desselben Elementes bei verschiedenen Temperaturdruck- und elektrischen Entladungsverhältnissen nicht überein.

Deshalb erscheint uns das genauere Studium von Spectralerscheinungen solcher Elemente von Interesse, deren Spectren unter verschiedenen Verhältnissen deutliche Verschiedenheiten zeigen und deren Dampf nicht aus Molekülen, sondern nur aus Atomen besteht. Solche Elemente sind eben Cadmium und Quecksilber; in ihrem Dampfe hat man es nach den bisher herrschenden Anschauungen nur mit Atomen zu thun, während Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Schwefel und die anderen Flemente, bei welchen bisher Bandenspectren beobachtet wurden, in Dampfform nicht aus freien Atomen, sondern aus Molekülen bestehen. Es liegen aber beim Cadmium sehr bemerkenswerte Verschiedenheiten im Bogen- und Funkenspectrum vor,[3] welche wir in einer früheren Abhandlung[4] genau klarlegten und bei denen man nicht zur Erklärung greifen kann, dass in dem einen Falle das Molekül, in dem anderen das Atom in Anspruch genommen wird, weil der Dampf des Cadmiums aus Atomen besteht, indem das Molekulargewicht gleich dem Atomgewichte ist. Beim Cadmium liegen wohl nur Linienspectren (Plücker'sche Spectren II. Ordnung) vor, bei welchen entsprechend der steigenden Temperatur neue Liniengruppen auftauchen (respective heller werden) und andere verschwinden; ein Bandenspectrum des Cadmiums konnten wir bis jetzt nicht erhalten. Der von uns erbrachte Nachweis, dass dem Quecksilber verschiedene Linienspectren und ein von diesen vollkommen verschiedenes Bandenspectrum zukommt, gewährt aber einen tieferen Einblick in das Wesen der Spectren, weil wir es hier mit Spectren erster und zweiter Ordnung im Sinne Plückers zu thun haben. Anderseits ist die Annahme herrschend, dass der Quecksilberdampf nicht aus Molekülen, sondern aus einzelnen Atomen bestehe.[5] Damit stimmen sowohl Dampfdichtebestimmungen, als auch Kundt's und Warburg's Versuche überein, welche zeigten (bei Studien über die Schallgeschwindigkeit im Quecksilberdampfe), dass die Moleküle dieses Dampfes keine innere Bewegung haben, also auch nicht aus mehreren Atomen bestehen können (Graham-Otto, Lehrbuch der organischen Chemie, 1879, 5. Aufl. Bd. II, I. Abth., S. 77, Einleitung).

Betrachten wir die spectroskopisch festgestellten Thatsachen und vergleichen wir sie mit den verschiedenen Anschauungen über das Wesen der Linien- und Bandenspectren, so ergibt sich Folgendes:

Dem Quecksilberdampfe kommt ein Linienspectrum zu, welches im galvanischen Lichtbogen und im Geisslerrohre unter der Einwirkung des Inductionsfunkens ohne Flaschen die wenigsten Linien aufweist, jedoch sind die beiden Spectren nicht identisch, wie oben ausführlich erörtert wurde; besser entwickelt, d. h. linienreicher ist das Funkenspectrum des Quecksilbers (im Flaschenfunken zwischen Quecksilberelektroden), das linienreichste Spectrum (am vollkommensten ausgebildetes Linienspectrum) wird aber erhalten, wenn man den Flaschenfunken durch Geisslerrohre, deren Capillare von Quecksilberdämpfen durchströmt wird, schlagen lässt. Von diesem variablen Linienspectrum, im Charakter vollkommen verschieden, ist das Bandenspectrum des Quecksilbers, welches keineswegs als ein besser oder

---

[1] Poggendorff's Annal. Jubelbd. — Wüllner, Experimentalphys. 1883, 4. Aufl. II, S. 300.

[2] Lockyer, Proc. of Lond. Roy. Soc. XXI; auch Wüllner, Experimentalphys. S. 300.

[3] Vergl. Ostwald, Lehrbuch d. allgem. Chemie, II. Aufl. Bd. I, S. 259 u. 261.

[4] H. Wüllner, Über den allmäligen Übergang der Gasspectren in ihre verschiedenen Formen. Sitzungsb. d. königl. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin 1889 (25. Juli).

[5] Die allmälige Entwicklung des Wasserstoffspectrums. Desgl. 1889 (12. Dec.).

[6] Um Missverständnissen vorzubeugen sei erwähnt, dass bei vielen Elementen das »Emissionsvermögen« für gewisse Schwingungen nicht constant ist, sondern schwache Linien mit steigender Temperatur zu Hauptlinien werden und umgekehrt, wofür es viele Beispiele (Zn, Pb, Sn, Tl etc) gibt, wie wir für Cadmium erst kürzlich ausführlich beschrieben haben. Eder und Valenta.

[7] Lehrbuch d. allgem. Chemie, 2. Aufl. 1891, S. 262.

[1] Wiedemann, Annal. 1889, Bd. 37, S. 179.

[2] Wiedemann, Annal. 1889, Bd. 36, S. 466. — Ostwald a. a. O.

[3] Es zeigen bekanntlich noch viele Elemente ähnliche Erscheinungen, z. B. Zn, Pb, Al, Sn u. a., aber in diesen Fällen muss man annehmen, dass deren Moleküle aus mehreren Atomen bestehen.

[4] Eder und Valenta, Über das Spectrum des Kaliums, Natriums und Cadmiums bei verschiedenen Temperaturen (Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Cl. 1894).

[5] Vergl. Ostwald, Lehrbuch d. allgem. Chemie.

schlechter entwickeltes Linienspectrum des Quecksilbers anzusehen ist; obwohl demselben stets die einfachsten Linien, welche im Linienspectrum des Quecksilberdampfes im Vacuum sich zeigen, beigemengt sind, treten doch keine von den anderen Quecksilberlinien hervor, welche im Flaschenfunken an der Luft oder im galvanischen Lichtbogen stets auftreten.

Es liegt wohl nahe, zur Erklärung des Entstehungsgrundes der Quecksilberspectren erster und zweiter Ordnung, die jeweilig herrschenden Temperaturen nebst Druckverhältnissen heranzuziehen. Ohne Zweifel kommt das Bandenspectrum einer niedrigeren Temperatur zu.[1] Nicht nur die Temperatur spielt beim Auftreten der verschiedenen Quecksilberspectren eine Hauptrolle, sondern selbstverständlich auch der im Geisslerrohre herrschende Gasdruck, vielleicht ist auch die Art der elektrischen Erregung von Einfluss, aber sichere Beweise hiefür fanden wir nicht; bemerkenswert ist der günstige Einfluss, welchen die Durchführung einer Destillation von Quecksilber durch die Capillare und Condensation im weiten rückwärtigen Theile des Rohres auf die Entwicklung des Linien- und Bandenspectrums nimmt; es wird das Entstehen dieser Spectren durch diese Umstände nur sehr begünstigt, jedoch nicht ausschliesslich bedingt.

Das Linien- sowohl wie das Bandenspectrum wurden von uns nacheinander in derselben Röhre mit longitudinaler Aufsicht erhalten, bei derselben Dicke der leuchtenden Schichte von 10 *cm* Länge (im Capillarrohre[2]); es hat somit die Dicke der Schichte unter den gegebenen Verhältnissen keinen entscheidenden Einfluss auf das Auftreten des Banden- oder Linienspectrums, wie mitunter angenommen wird (z. B. von Wüllner, s. S. 26).

Wir können somit in unseren experimentellen Beobachtungen keine Bestätigung zur Annahme finden, dass Banden- und Linienspectren verschieden vollkommene Entwickelungsstadien ein und desselben Hauptspectrums vorstellen, denn wir haben gesehen, dass das Linienspectrum des Quecksilbers sich in verschiedenen schwankenden Entwickelungsstadien zu einem vollkommenen, sehr linienreichen Spectrum ausbildet, welches vom Bandenspectrum gänzlich verschieden ist. Da somit dem Quecksilber unter sich qualitativ vollkommen verschiedene Linien- und Bandenspectren zukommen und ferner zur Erklärung dieser Erscheinung die Annahme von Molekularvibrationen einerseits, neben Atomvibrationen anderseits in unserem Falle nicht herangezogen werden kann, so liefert diese letztere, von anderer Seite gemachte Annahme (s. oben), jedenfalls keine allgemein giltige Erklärung für das Auftreten der sogenannten Spectren erster und zweiter Ordnung.[3] Es erscheint uns somit folgerichtiger, diese Annahme überhaupt nicht zur Erklärung der Banden- und Linienspectren der Elemente heranzuziehen.

Am besten dürfte Ostwald's Anschauung mit den vorliegenden Beobachtungen übereinstimmen.

Diese Ausführungen haben zur Voraussetzung, dass gemäss der herrschenden Anschauung das Molekulargewicht des Quecksilbers gleich dem Atomgewichte ist; wollte man jedoch die Annahme aufrecht erhalten, dass das Banden- und Linienspectrum jeweilig an das Molekül oder Atom gebunden sind, so würde dies zu einer Verdoppelung der gegenwärtig für das Atomgewicht des Quecksilbers angenommenen Zahl führen, und die Annahme von Vibrationen der Materie in verschiedenen Atomcomplexen stösst dann bei der Erklärung der spectroskopischen Thatsachen auf keine Schwierigkeiten mehr.

Vergleicht man schliesslich in unseren Tabellen jene Linien des Quecksilberspectrums, welche in allen Formen des Linienspectrums auftreten und sogar, wenn auch in beschränkter Anzahl, als untrennbare Begleiter des Bandenspectrums auftauchen, so drängt sich die Anschauung auf, dass diesen Linien eine besondere Bedeutung zukommen müsse. Es entsprechen diese Linien den sogenannten »basischen

[1] Dafür spricht die Thatsache, dass das Bandenspectrum unter gewissen Umständen im weiten Theile der Röhren auftritt, wenn Flaschenfunken verwendet werden, in der Capillare aber am leichtesten dann zu Stande kommt, wenn der Funke ohne Flaschen zur Verwendung gelangt, sowie der Umstand, dass das Bandenspectrum sich weniger weit ins Ultraviolett erstreckt als das Linienspectrum.

[2] Auch gibt die Photographie die Seitenansicht der Röhre je nach den Versuchsbedingungen bald das Linien-, bald das Bandenspectrum.

[3] Wir sprechen hier nur von den Spectren der Elemente. Dass bei den Bandenspectren von Verbindungen die molekülaren Vibrationen und eventuell die intermolekülaren Vorgänge eine grosse Rolle spielen, soll hiemit keineswegs angezweifelt werden. Eder und Valenta.

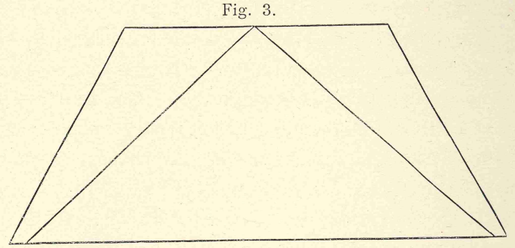
Linien« Lockyer's.[1] Ferner ist die Erscheinung des ziemlich unvermittelten Aufblitzens des linienreichsten Spectrums (siehe die Abbildung Fig. 8 der heliographirten Tafel) bei hochgradig gesteigerter Stärke des Flaschenfunkens und gleichzeitigem Erhitzen der Capillare, besonders das Auftauchen zahlreicher neuer Hauptlinien, welche früher nicht oder kaum sichtbar waren, und mancher Doppellinien an Stelle von einfachen Linien, eine derartige, dass sie zu Lockyer's Theorie der Dissociation der Elemente passen würde, wenn man überhaupt die Zerlegbarkeit unserer Elemente in die Discussion ziehen will.

Anhang.

Beschreibung des lichtstarken Glasspectrographen zur Photographie der weniger brechbaren Strahlen.

Zur Untersuchung der ultravioletten Strahlen bedienten wir uns eines Quarzspectrographen, wie selber bereits früher beschrieben wurde. Bei derartigen Apparaten ist die Dispersion im weniger brechbaren Theile des Spectrums eine geringe und deshalb die erzielte Genauigkeit bei Bestimmung der Wellenlängen in diesen Bezirken eine mässige. Zur besseren Auflösung, namentlich im Blauviolett und am Beginne des Ultraviolett benöthigten wir einen gut definirenden lichtstarken Spectrographen, weil gerade diese Bezirke häufig weniger genau studirt sind, als das stärker brechbare Ultraviolett, wie dies z. B. beim Cadmium der Fall ist, wo zwischen den Beobachtungen Thalén's und den photographischen Untersuchungen im Ultraviolett von Hartley und Adeney sich eine merkliche Lücke bezüglich des Funkenspectrums findet. Wir hatten anfangs die Absicht, mit einem Spectrographen und einem Wernike'schen Prisma (Zimmtsäureäther) zu arbeiten, aber eine halbjährige Versuchsreihe zeigte die Unverlässlichkeit dieses Flüssigkeitsprismas zu spectroskopischen Zwecken, denn die fortwährenden Verschiebungen der Linien sind störend. Wenngleich dieser Fehler weniger stark als bei Schwefelkohlenstoffprismen auftritt, mit welchen Hasselberg, wenn auch nur durch einige Zeit arbeitete, so konnten wir uns dennoch nicht zur definitiven Anwendung solcher Prismen entschliessen. Deshalb griffen wir zu Glasprismen, deren Gläser von Dr. Steinheil in München mit Rücksicht auf unsere Untersuchungen »über Absorption verschiedener Glassorten im Ultraviolett«[2] ausgewählt worden waren. Es war dies ein Compound-Prisma, das eine Ablenkung von 64° 7′ für *F* und eine Zerstreuung von 2° 19′ 30″ von *F* bis *G* hatte. Fig. 3 zeigt die Anordnung des Steinheil'schen Prismas. Dasselbe besteht aus einem Flintglas-Prisma mit einem brechenden Winkel von 94° 32′ 20″, welches zwischen zwei conträr stehenden Crownglas-Prismen eingeschlossen ist, deren Winkel 18° 30′ betragen. Die beiden Crownglas-Prismen sind aus demselben Glase vom Brechungsexponenten $n_D = 1 \cdot 51159$ hergestellt, während der Brechungsexponent des Flint: $n_D = 1 \cdot 65082$ ist. Dieses Prisma zeigte eine sehr gute Definition und wurde mittelst nicht achromatisirter einfacher Collimator- und Objectiv-Crownglaslinsen als Spectrograph construirt, welche Construction Herr Eugen v. Gothard in Herény (Ungarn) in vorzüglicher Weise ausführte.

Fig. 3.



Steinheil's Compound-Prisma.

Dieser Apparat erwies sich als sehr leistungsfähig und übertraf einen anderen Glasspectrographen mit 3 Prismen (Flintglas) und einem aplanatischen Doppelobjectiv von circa 60 *cm* Focus, indem er sich nicht nur als lichtstärker, sondern auch weitaus freier an innerer Lichtreflexion erwies. Natürlich muss die Cassette,

[1] Vergl. Kayser, Spectralanalyse. Berlin 1883, S. 203.

[2] Denkschriften der kais. Akademie d. Wissensch. 1894.

welche die Platte enthält, bei Verwendung der nicht achromatischen Objective gegen die Camera-Achse geneigt sein. Die Einstellung mit dem Compound-Prisma ist wesentlich einfacher, als mit mehreren einzelnen Prismen. Stellt man nämlich (nach V. Schumann's Vorgang) die brechbarste Linie des zu photographirenden Spectralbezirkes ins Minimum der Ablenkung ein, so erhält man bei sonst guter Adjustirung den ganzen Bezirk bis ins weniger brechbare Ende befriedigend scharf. In unserem Falle stellten wir die Bleilinie $\lambda = 3683$ ins Minimum der Ablenkung ein. Diese Operation ist nur dann möglich, wenn man das Prisma präcise von Grad zu Grad drehen kann und anderseits die Cassetten gestatten, durch Verschiebung eine grössere Anzahl Aufnahmen übereinander auf dieselbe Platte zu machen. Ist dies der Fall, so kann man für jede beliebige Linie das Minimum der Ablenkung finden (s. Tafel Fig. 5), indem sich der Punkt (Drehung des Prismas) sehr genau bestimmen lässt, wo die Spectrallinien sich dem Minimum der Ablenkung nähern und dann wieder davon entfernen. Die Dispersion des Apparates geht aus den beigegebenen Photogrammen des Sonnenspectrums hervor (s. die Heliogravuretafel Fig. 1—4). Nr. 1 zeigt die Photographie auf einer gewöhnlichen Platte, Nr. 2 auf einer mit Acridingelb für Blaugrün bei Grün sensibilisirten Platte, auf welcher man das Spectrum scharf bis *e* photographiren kann, so dass sich ein geschlossenes Band ergibt,[1] was sehr erwünscht ist, weil es sich über jenen Bezirk erstreckt, bei welchem mit Eosin-, Erythrosin-, Cyanin-, Azalin-Platten Minimas der photographischen Wirkung auftreten. Für die grünen und gelben Strahlen erwies sich Erythrosin (Tetrajodfluoresceïnkalium) am besten, welches bezüglich der Gesammtempfindlichkeit und relativen Grün- und Gelbempfindlichkeit der damit sensibilisirten Platten obenansteht[2] und stets als Ersatz für gewöhnliche Platten empfohlen werden soll, wenn es sich um das Studium von lichtschwachen Spectren im sichtbaren Theile handelt. Rose bengal (Tetrajodtetrachlor-Fluoresceïnkalium) sensibilisirt erheblich weiter gegen Orange ($D\,^1/_3\,C$ bis $D\,^1/_2\,C$) (s. Tafel), drückt aber die Gesammtempfindlichkeit mehr als Erythrosin. Der beste Sensibilisator für Orange bis *C* ist noch immer Cyanin, welches leider die Gesammtempfindlichkeit der Platten stark herabdrückt und bei welchem die Platte die Linien weniger scharf wiedergibt, als dies bei Verwendung von Erythrosinplatten der Fall ist. Mittelst dieser Arbeitsmodalitäten gelingt es, die Wellenlängen im Blau, Violett und Ultraviolett bis auf 0·1—0·2 Angström'sche Einheiten genau zu bestimmen[3] und namentlich im Indigo und Violett ist die Auflösung eine so gute, dass sich fast alle Eisendoppellinien, welche Kayser und Runge mittelst Gitter photographirten, deutlich als Doppellinien erkennen lassen, wobei dieselben so scharf sind, dass sie beim Ausmessen eine namhafte Vergrösserung vertragen. Gute Kriterien für die auflösende Kraft eines Spectrographen sind z. B. die Eisendoppellinien $\lambda = 4171{\cdot}9$ und $4171{\cdot}3$, $4188{\cdot}0$ und $4187{\cdot}2$, $4841{\cdot}2$ und $4840{\cdot}6$ u. s. w.; mittelst solcher Spectrographen ist es möglich, Bandenspectren, welche aus hunderten von feinen, dicht nebeneinander gelagerten Linien bestehen, in befriedigender Weise aufzulösen. Dies zeigt die beigegebene Tabelle über das Quecksilber-Bandenspectrum, welches wir mit dem beschriebenen Glasspectrographen bis $\lambda = 3660$ photographirten. Für Strahlen von kürzerer Wellenlänge verwendeten wir stets den Quarzspectrographen.

---

[1] Die sensibilirende Wirkung des Acridingelb wurde zuerst von uns erkannt (s. Eder und Valenta, Neue Sensibilisatoren für Bromsilbergelatine. Phot. Correspond. 1894, S. 227).

[2] Zuerst empfohlen von J. M. Eder. — Vorzügliche Trockenplatten dieser Art erzeugt die Firma Dr. Schleussner in Frankfurt a. Main.

[3] In Grün und Gelb dürfte die erreichbare Genauigkeit bei Anwendung des beschriebenen Glasspectrographen kaum 0·5° A. E. übersteigen.